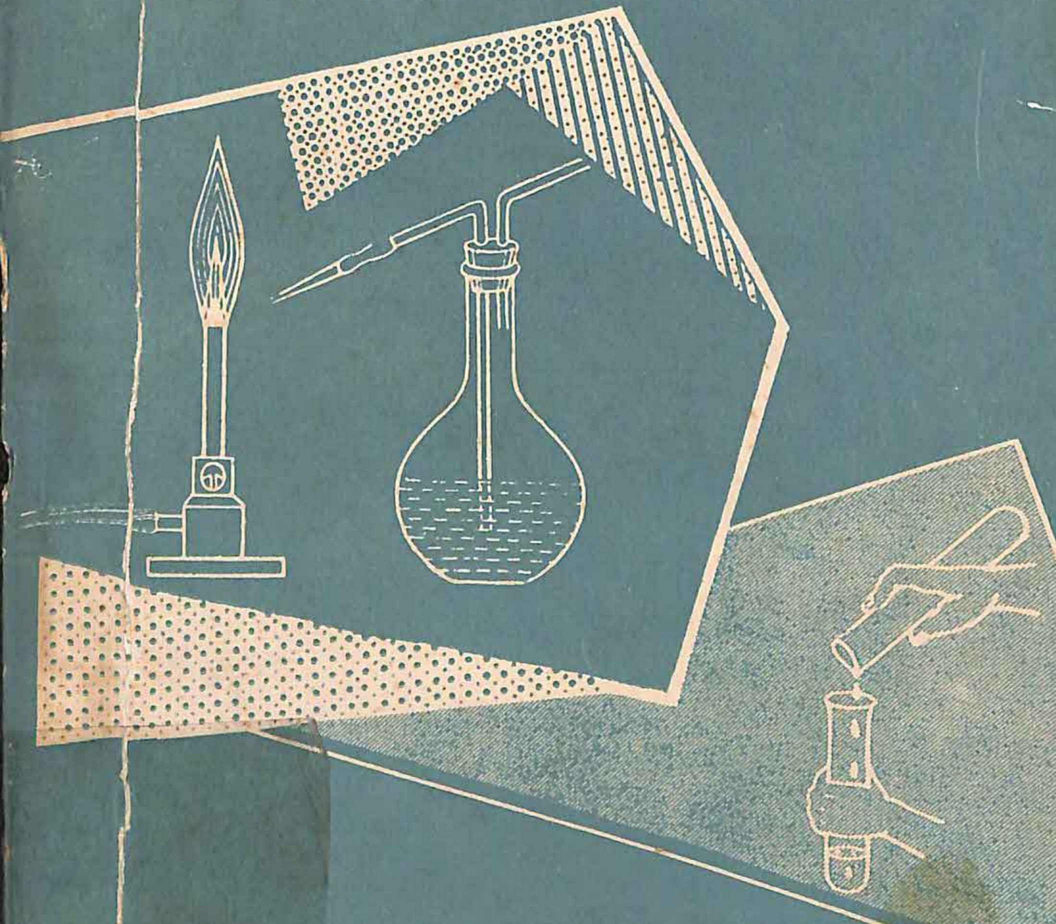
অধ্যাপক সমর গুহ

ব্যবহারিক রসায়ন

PRACTICAL CHEMISTRY



বুক সিণ্ডিকেট প্রাইভেট লিমিটেড

পশ্চিমবঙ্গ উচ্চমাধ্যমিক শিক্ষা-সংসদ কর্তৃক নির্ধারিত একাদশ
ও দ্বাদশ শ্রেণীর পাঠ্যক্রম অনুযায়ী লিখিত

ব্যবহারিক রসায়ন

[Practical Chemistry for Classes XI & XII]

শ্রীসমর গুহ, এম. এস. সি., এম. পি. (লোক-সভা সদস্য)
যাদবপুর বিশ্ববিদ্যালয়ের রসায়নের অধ্যাপক, কেন্দ্রীয় বিদ্যালয়
সংগঠনের বোর্ড অব্ গভর্ণরের অন্যতম সদস্য ; প্রাক্তন
অধ্যাপক বিজয়গড় জ্যোতিষ রায় কলেজ, জগন্নাথ
কলেজ ও রসায়ন (একাদশ ও দ্বাদশ
শ্রেণী)-এর লেখক।

● চতুর্থ সংস্করণ ●

বুক সিণ্ডিকেট প্রাইভেট লিমিটেড
২, রামনাথ বিশ্বাস লেন, কলিকাতা-৯

প্রথম সংস্করণ : নভেম্বর, 1976
দ্বিতীয় সংস্করণ : মে, 1977
তৃতীয় সংস্করণ : মে, 1978
চতুর্থ সংস্করণ : ফেব্রুয়ারী, 1979

মূল্য ঃ পাঁচ টাকা পঞ্চাশ পয়সা মাত্র।

"এই গ্রন্থ প্রকাশে কেন্দ্রীয় সরকার কর্তৃক প্রদত্ত নিয়ন্ত্রিত মূল্যের কাগজ ব্যবহৃত হইয়াছে।"

বুক সিণ্ডিকেট প্রাইভেট লিমিটেডের (2, রামনাথ বিশ্বাস লেন, কলিকাতা-9) পক্ষে শ্রীরূপাসিন্ধু দাস এম. এ. বি-টি কর্তৃক প্রকাশিত এবং দাস প্রিন্টার্সের (17, বৃন্দ ওস্তাগর লেন, কলিকাতা-9) পক্ষে শ্রীনিরঞ্জন দাস কর্তৃক মুদ্রিত।

লেখকের নিবেদন

সম্মানীয় বিজ্ঞান শিক্ষকমণ্ডলীর শুভেচ্ছা এবং ছাত্র সমাজের সমাদরের ফলে একাদশ শ্রেণীর উচ্চ মাধ্যমিক পাঠ্যক্রম অনুযায়ী লিখিত **ব্যবহারিক রসায়ন** পঞ্চদশ সংস্করণ প্রকাশ করা সম্ভব হইয়াছিল।

বর্তমান একাদশ শ্রেণীর উচ্চ মাধ্যমিক শিক্ষাক্রম একাদশ ও দ্বাদশ শ্রেণীতে সম্প্রসারিত করা হইয়াছে। কিন্তু পূর্বেকার একাদশ শ্রেণীর ব্যবহারিক রসায়নের পাঠ্যক্রম, তথা পরীক্ষণীয় বিষয়বস্তুর, বিশেষ কোন পরিবর্তন করা হয় নাই—পূর্বের কয়েকটি বিষয়বস্তু মাত্র বাদ দেওয়া হইয়াছে এবং স্বল্প মাত্রায় নতুন বিষয়বস্তুর সংযোজন করা হইয়াছে। পূর্বে একাদশ শ্রেণীর পরীক্ষার ক্ষেত্রে শুধু একটি মাত্র অজ্ঞাত ক্ষারকীয় মূলকের সনাক্তকরণ অন্তর্ভুক্ত ছিল,—এখন তাহা দুইটি করা হইয়াছে। কিন্তু মূলত, পূর্বেকার একাদশ শ্রেণীর পরীক্ষণীয় বিষয়বস্তু অধিকাংশ অপরিবর্তিত রাখা হইয়াছে।

নতুন পাঠ্যক্রম অনুযায়ী প্রয়োজনীয় পরিমার্জন ও পরিবর্দ্ধন করিয়া **ব্যবহারিক রসায়ন** পুনঃ প্রকাশ করা হইল। প্র্যাকটিক্যাল ক্লাসের অভিজ্ঞতা অনুযায়ী বইটি ছাত্রদের পক্ষে যথার্থভাবে সহায়করূপে রচনার প্রয়াসে অনেক সুযোগ্য শিক্ষক লেখককে মূল্যবান পরামর্শ দিয়া সাহায্য করিয়াছেন।

প্র্যাকটিক্যাল ক্লাসে ছাত্রদের যে সমস্ত ভুল-ভ্রান্তি হওয়ার সম্ভাবনা থাকে তাহা দূর করার উদ্দেশ্যে **ব্যবহারিক রসায়নে** বিশেষভাবে নানারূপ ব্যবহারিক নির্দেশ দেওয়া হইয়াছে। অনেকক্ষেত্রে দেখা যায় যে থিয়োরিটিক্যাল নির্দেশের সঙ্গে প্র্যাক্‌টিক্যাল ক্লাসের ফলাফলে অসামঞ্জস্য সৃষ্টি হয়, এবং কেন এরূপ পার্থক্য ঘটে সে সম্বন্ধেও যথাস্থানে আলোচনা করা হইয়াছে। রসায়নাগারে প্র্যাক্‌টিক্যাল ক্লাসের পক্ষে সুবিধার জন্য বহু নমুনা এবং উদাহরণও দেওয়া হইয়াছে।

কিভাবে প্র্যাক্‌টিক্যাল পরীক্ষার রাসায়নিক বিশ্লেষণ করিয়া ফলাফল লিপিবদ্ধ করিতে হয় সে সম্বন্ধেও কয়েকটি নমুনা প্রদর্শন করা হইয়াছে। ইহার ফলে ছাত্রদের পক্ষে সহজে এবং নিশ্চিতভাবে পরীক্ষার ফলাফল লেখা সম্ভব হইবে।

ছাত্রদের প্র্যাক্‌টিক্যাল ক্লাসের জন্য কি কি যন্ত্রপাতি প্রয়োজন, কি কি রাসায়নিক বিকারক বা রি-এজেন্ট দরকার, প্র্যাক্‌টিক্যাল ক্লাসে ব্যবহৃত রি-এজেন্ট কিভাবে

প্রস্তুত করিতে হয়—তাহারও পর্যাপ্ত নির্দেশ দেওয়া আছে এই ব্যবহারিক রসায়ন বইটিতে। ইহা ছাড়াও ছাত্রদের পরীক্ষণীয় বেসিক ও অ্যাসিডিক মূলকের প্রয়োজনীয় চার্টও সংযুক্ত করা হইয়াছে।

মাতৃভাষায় বিজ্ঞান শিক্ষাদানের মান উন্নয়নে শিক্ষকবর্গের শুভেচ্ছা ও সহযোগিতা একান্তভাবে কাম্য। শ্রদ্ধেয় বিজ্ঞান শিক্ষকদের সযত্ন সাহচর্য ও পরামর্শে বইটিকে যাহাতে ছাত্রদের জন্য আরও উপযোগী ও উন্নততর করিয়া পরিবর্দ্ধিত করা যায়—লেখক সেই আশা পোষণ করে— জয়হিন্দ!

সমর গুহ

SYLLABUS CHEMISTRY PRACTICAL

[Full Marks—40]

In order to ensure that the students carry out all the experiments mentioned in the Syllabus a number of sets of questions should be set in the examination covering all experiments. One common set of questions should not be given to all examinees. Each examinee should draw one set of questions from a number of such sets during the examination.

Each set will contain two questions, **one from Group A of experiments** carrying **20 marks and the other from Group B of experiments** carrying **10 marks.**

5 marks are allocated for neat performance of the experiments in the examination and 5 marks for Laboratory Note book.

Group A of experiments :—

Experiments Nos. 6, 8, 9, 10.

Group B of experiments :—

Rest of the experiments in the Syllabus.

1. An experiment to illustrate scientific method—Experiment ; Observation and Conclusion, such as Black-box experiment. (a solid enclosed in a completely closed wooden box 15 cm. ×15 cm. ×10 cm.—To find out the nature of the solid—light, heavy, circular, cylindrical, round, platy, or of irregular shape etc.

2. Study of the Bunsen burner and its flame or study of a candle flame.

3. Fitting up of a wash bottle.

4. Separation of mixtures by filtration, sublimation, Preparation of distilled water from a salt water.

5. Crystallisation of Copper Sulphate or any other suitable salt and collection of the crystals.

Separation of NaCl from a solution of NaCl and $NaNO_3$ or NaCl and $MgSO_4$ by fractional crystallisation.

6. Preparation of CO_2, H_2S, NH_3 and HCl—and study of their properties : Collection of CO_2 by water-displacement and of NH_3, HCl, H_2S by air displacement.

7. Study of the chemical balance and of the weight box—method of weighing (Actual weighting of a sample by each student is necessary).

8. Equivalent weight of magnesium or Aluminium or Zinc by hydrozen displacement method.
(Weighed sample of the metal should be given to the student).

9. Acidimetry and alkalimetry :
   (a) Determination of the strength of
      (i) an unknown H_2SO_4 solution.
      (ii) an unknown NaOH solution using both methyl orange and phenophthalein as an indicator.

10. (a) Dry and Wet tests of the following radicals.
   Pb^{++}, Cu^{++}, Fe^{++}, Fe^{+++}, Al^{+++}, Zn^{++}, Ca^{++}, Mg^{++}.
   (b) Detection of two of the above radicals in an unby dry and wet tests. (solid mixture supplied should be soluble in water or dil. HCl).

11. (a) Tests of the following acid radicals :
   $CO_3^{=}$, Cl^-, $S^=$, $SO_4^=$ and NO_3^-—
   (b) Detection of one acid radical in a single unknown solid salt.

সূচীপত্র

TABLE OF ATOMIC WEIGHTS (based on carbon-12=12.0000).

Element	Symbol	Atomic Number	Atomic Weight
Actinium	Ac	89	227
Aluminium	Al	13	26.98
Americium	Am	95	(243)
Antimony	Sb	51	121.77
Argon	Ar	18	39.946
Arsenic	As	33	74.92
Astatine	At	85	(210)*
Barium	Ba	56	137.34
Berkelium	Bk	97	(249)*
Beryllium	Be	4	9.012
Bismuth	Bi	83	208.98
Boron	B	5	10.81
Bromine	Br	35	79.909
Cadmium	Cd	48	112.40
Calcium	Ca	20	40.08
Californium	Cf	98	(251)*
Carbon	C	6	12.01115
Cerium	Ce	58	140.12
Caesium	Cs	55	132.91
Chlorine	Cl	17	35.453
Chromium	Cr	24	52.00
Cobalt	Co	27	58.933
Copper	Cu	29	63.54
Curium	Cm	96	(247)*
Dysprosium	Dy	66	162.50
Einsteinium	Es	99	(254)
Erbium	Er	68	167.26
Europium	Eu	63	152.0
Fermium	Fm	100	(253)*
Fluorine	F	9	19.00
Francium	Fr	87	(223)*
Gadolinium	Gd	64	157.25
Gallium	Ga	31	69.72
Germanium	Ge	32	72.59
Gold	Au	79	196.97
Hafnium	Hf	72	178.49
Helium	He	2	4.003
Holmium	Ho	67	164.93
Hydrogen	H	1	1.007967
Indium	In	49	114.82
Iodine	I	53	126.90
Iridium	Ir	77	192.20
Iron	Fe	26	55.85
Krypton	Kr	36	83.80
Lanthanum	La	57	138.91
Lawrencium	Lw	103	(257)*
Lead	Pb	82	207.19
Lithium	Li	3	6.939
Lutecium	Lu	71	174.97
Magnesium	Mg	12	24.312
Manganese	Mn	25	54.94
Mendelevium	Md	101	(256)*

Element	Symbol	Atomic Number	Atomic Weight
Mercury	Hg	80	200.59
Molybdenum	Mo	42	95·94
Neodymium	Nd	60	144.24
Neon	Ne	10	20.183
Neptunium	Np	93	(237)*
Nickel	Ni	28	58.71
Niobium	Nb	41	92.91
Nitrogen	N	7	14.007
Nobelium	No	102	(253)*
Osmium	Os	76	190.2
Oxygen	O	8	15.99943
Palladium	Pd	46	106.4
Phosphorus	P	15	30.974
Platinum	Pt	78	195.09
Plutonium	Pu	94	(242)*
Polonium	Po	84	210
Potassium	K	19	39.102
Praseodymium	Pr	59	140.907
Promethium	Pm	61	(147)*
Protoactinium	Pa	91	(231)*
Radium	Ra	88	226.05
Radon	Rn	86	222
Rhenium	Re	75	186.23
Rhodium	Rh	45	102.92
Rubidium	Rb	37	85.47
Ruthenium	Ru	44	101.07
Samarium	Sm	62	150.35
Scandium	Sc	21	44.956
Selenium	Se	34	78.96
Silicon	Si	14	28.086
Silver	Ag	47	107.87
Sodium	Na	11	22.9898
Strontium	Sr	38	87.62
Sulphur	S	16	32.064
Tantalum	Ta	73	180.948
Technetium	Tc	43	(99)*
Tellurium	Te	52	127.60
Terbium	Tb	65	158.94
Thallium	Tl	81	204.37
Thorium	Th	90	232.038
Thulium	Tm	69	168.934
Tin	Sn	50	118.69
Titanium	Ti	22	49.90
Tungsten	W	74	183.85
Uranium	U	92	238.08
Vanadium	V	23	50.942
Xenon	Xe	54	131.30
Ytterbium	Yb	70	173.04
Yttrium	Y	39	88.905
Zinc	Zn	30	65.37
Zirconium	Zr	40	91.22

*Figures in the parantheses are the mass numbers of the most stable isotope known.

ভূমিকা

প্রাকটিক্যাল ক্লাসে ছাত্রদের অবশ্য স্মরণীয় ও করণীয়

I. আচরণ, পোশাক ও ব্যবহার্য দ্রব্য :

1. রসায়নাগারে তথা ল্যাবরেটরীতে দাহ্য, বিষাক্ত ও বিস্ফোরক পদার্থ এবং অনুরূপ দ্রব্য লইয়া কাজ করিতে হয়। অন্যমনস্ক হওয়া, গোলমাল করা, কাজ করার সময় অন্যের সঙ্গে কথা বলা বা অসতর্কতার ফলে দুর্ঘটনার কারণ ঘটে। **সতর্ক ও সচেতন দৃষ্টি এবং শৃংখলা ও নীরবতা প্র্যাক্‌টিক্যাল ক্লাসে একান্ত প্রয়োজন।**

2. প্র্যাক্‌টিক্যাল ক্লাসে কখনও চাদর, ঢিলে জামা বা কোচা ঝোলানো কাপড় পরিয়া যাওয়া উচিত নয়।

3. কাজ করার সময় একটি 'অ্যাপ্রন' (apron) পরিয়া অথবা কোমরে তোয়ালে জড়াইয়া লইবে।

4. এক টুকরা হাত ধোওয়া সাবান, একটি ছুরি, একটি দেশলাই ও রুলার সঙ্গে রাখিবে। ক্লাসের পর প্রতিদিন সাবান দিয়া হাত ধুইয়া ফেলিবে।

II. পরীক্ষা ও নোট লেখা :

1. যে বিষয়ে পরীক্ষা করিতে হইবে বাড়ীতে আগে অবশ্য তাহা পড়িয়া আসিবে এবং ক্লাসে শিক্ষক মহাশয়ের কাছ হইতে তাহা বুঝিয়া লইবে। বিষয়টি না বুঝিয়া পরীক্ষা করার চেষ্টা করিলে পরীক্ষা যে শুধু বিফল হয় তাহাই নয়, দুর্ঘটনা ঘটার সম্ভাবনাও থাকে। কোন পরীক্ষা অর্ধসমাপ্ত বা অকৃতকার্য অবস্থায় ফেলিয়া রাখিবে না। একাধিকবার চেষ্টা করিয়া পরীক্ষাটি সফল করিবে।

2. প্রতিদিন পরীক্ষার ফলাফল প্র্যাকটিক্যাল খাতায় (Laboratory note book) নোট করিবে এবং শিক্ষক মহাশয়কে দিয়া স্বাক্ষরিত করিয়া লইবে। কখনও দীর্ঘসূত্রতা করিয়া একদিনের নোট আর একদিন লিখিবে না।

III. বিকারক (Reagent) বোতল ও যন্ত্র :

1. লক্ষ্য রাখিবে প্রত্যেক বিকারক-বোতলের গায়ে নামের লেবেল লাগান আছে কিনা। লেবেল ছাড়া বিকারক-বোতলের দ্রব্য ব্যবহার করিবে না। বিকারক ব্যবহার করার সময় লক্ষ্য রাখিবে বোতলের লেবেল যেন কখনও নষ্ট না হয়।

2. যে স্থান হইতে বিকারক-বোতল লইবে ঠিক সেই স্থান এবং সেই ক্রম অনুযায়ী বোতল রাখিবে। বোতল এলোমেলো ভাবে রাখিবে না এবং কখনও বোতলের ছিপি খুলিয়া রাখিবে না।

3. কাচের যন্ত্রপাতি ব্যবহার করার আগে ধুইয়া পরিষ্কার করিয়া লইবে এবং পরীক্ষার পরে প্রতিদিন যন্ত্রপাতি আবার ধুইয়া পরিষ্কার করিয়া রাখিবে।

4. পরীক্ষার আগে ও পরে টেবিল ও ডেস্ক পরিষ্কার পরিচ্ছন্ন করিয়া রাখিবে।

IV. পরীক্ষাকালীন সতর্কতা (Precautions during experiment) :

1. পরীক্ষার যন্ত্র সতর্কভাবে লাগাইবে তথা ফিট করিবে। কর্ক, ছিপি, রবার, ধারক, ক্ল্যাম্প ইত্যাদি কখনও শিথিলভাবে লাগাইবে না।

2. কাচের যন্ত্রপাতি উত্তপ্ত করার সময় ধীরে ধীরে উত্তপ্ত করিবে এবং লক্ষ্য রাখিবে যে কাচের যন্ত্রের বাইরে যেন জল না থাকে। এরূপ সতর্কতা ব্যতীত কাচের যন্ত্র ফাটিয়া যন্ত্রের ভিতরকার পদার্থ ছিটকাইয়া পড়িতে পারে।

3. পরীক্ষা-নল (Test tube) বা অন্য যন্ত্র গরম করিবার সময় কখনও আঙুল দিয়া ধরিবে না। ভাঁজ করা কাগজে জড়াইয়া অথবা চিমটা তথা টংগস দিয়া ধরিবে।

4. কোন **রাসায়নিক দ্রব্য** (chemical) খালি হাতে ধরিবে না। কঠিন পদার্থ চিমটা দিয়া ধরিবে। তরল পদার্থ পাত্রে রাখিবে।

6. সব সময় এবং বিশেষ করিয়া **অ্যাসিড** (acid) ও **অ্যালকালী** (alkali) লইয়া **পরীক্ষা করিবার সময় পরীক্ষার যন্ত্র চোখের সমান্তরালের অনেকখানি নীচে এবং দূরে রাখিয়া পরীক্ষা করিবে যাহাতে আকস্মিক কোন দুর্ঘটনা ঘটিলে রাসায়নিক দ্রব্য চোখেমুখে ছিটকাইয়া না পড়ে।**

6. প্রাকটিক্যাল ক্লাসে (Practical class or Laboratory) কখনও বসিয়া কাজ করিবে না। সব সময় দাঁড়াইয়া কাজ করিবে।

V. অপচয় ও বদ অভ্যাস বর্জন :

1. অপ্রয়োজনে কোন রাসায়নিক দ্রব্য নষ্ট করিবে না। অল্প দ্রব্যের সাহায্যে পরীক্ষায় ভাল ফল পাওয়া যায়।

2. প্রাকটিক্যাল ক্লাসের কোন কাচের নল বা রাসায়নিক দ্রব্য বাইরে লইয়া যাওয়া **অপরাধ**।

3. জলের কল বা গ্যাস-নল (gas pipe) কখনও খোলা রাখিবে না।

4. ক্লাসে অন্য ছাত্রের কাজে বাধা দেওয়া বা তদারকী করা অথবা অন্য ছাত্রের যন্ত্র বা রাসায়নিক দ্রব্য লইয়া ঘাঁটাঘাটি করা **গুরুতর অপরাধ**।

5. বেসিনে (basin) কখনও কাগজ, দেশলাইয়ের কাঠি ও অন্যান্য অপ্রয়োজনীয় **কঠিন** দ্রব্য ফেলিবে না। এরূপ করিলে বেসিনের মুখ বন্ধ হইয়া যাইবে। কঠিন জিনিস টেবিলের একপাশে রাখিবে। বেসিনে শুধু জল ও অন্যান্য তরল পদার্থ ফেলিবে। **বেসিনে অ্যাসিড বা অ্যালকালী ফেলিলে সঙ্গে সঙ্গে জল ঢালিয়া দিবে।**

VI. দুর্ঘটনা ও প্রতিষেধক :

1. **দুর্ঘটনা যাহাতে না ঘটে সেজন্য সতর্ক থাকা এবং নিয়ম শৃঙ্খলা রক্ষা ও অভিনিবেশ সহকারে কাজ করাই দুর্ঘটনা নিবারণের প্রধান উপায়।**

2. **হাত কাটিয়া গেলে** স্থানটি পরিষ্কার জলে ধুইয়া টিংচার আয়োডিন বা টিংচার বেঞ্জিন লাগাইবে।

3. **পুড়িয়া গেলে** অলিভ তৈল, নারিকেল তৈল, কেরোসিন তৈল বা পিকরিক অ্যাসিডের দ্রবণ অথবা বোরিক অ্যাসিড মিশ্রিত ভেসলিন লাগাইবে।

4. **বিষাক্ত গ্যাসে** অতিরিক্ত শ্বাস নেওয়ার ফলে মাথা ধরিলে বা অন্য রকম অসুস্থতা বোধ করিলে জল দিয়া চোখমুখ ভাল করিয়া ধুইয়া ফেলিবে ও জল পান করিবে এবং খোলা জায়গায় গিয়া শ্বাস নিবে। প্রয়োজন হইলে লঘু অ্যামোনিয়াম হাইড্রক্সাইড (dilute ammonium hydroxide) নাকের কাছে ধরিয়া কিছুক্ষণ শ্বাস লইবে।

5. **দুর্ঘটনা গুরুতর হইলে তৎক্ষণাৎ শিক্ষক মহাশয়কে জানাইবে।**

● **কালো বাক্সের (Black Box) পরীক্ষা :**

রসায়নাগারে বিভিন্ন পরীক্ষা ও তাহাদের ফলাফল পর্যবেক্ষণ করিয়া নির্দিষ্ট সিদ্ধান্তে উপনীত হওয়া সহজসাধ্য ব্যাপার নয়। ঐ সময়ে সর্বদা সতর্ক থাকিয়া অর্থাৎ সমস্ত ইন্দ্রিয়কে সজাগ রাখিয়া কাজ করিতে হয়। অনেক সময় একটি তরলের সহিত অপর তরলের মিশ্রণের ক্রিয়া গন্ধ দ্বারা অনুভব করা যায়। কখনও প্রতিক্রিয়া রঙের পরিবর্তন দ্বারা বোঝা যায়। এইভাবে কোন তত্ত্বকে পরীক্ষা ও পর্যবেক্ষণ দ্বারা যখন কোন সিদ্ধান্তে উপনীত হওয়া যায়, তখনই সেই তত্ত্ব (theory) স্বীকার করিয়া লওয়া হয়।

কিন্তু অনেক সময় অনেক বৈজ্ঞানিক পরীক্ষা পর্যবেক্ষণ করিয়া পর্যবেক্ষণের দ্বারা কিছুই বোধগম্য হয় না। কিন্তু শেষ পর্যন্ত উহার ফলাফল অনুভব করা যায় বা জানা যায়। এছাড়া আরও অনেক ঘটনা ঘটে, সেগুলি কেবল ঐ বিষয়ে বিশেষজ্ঞ ছাড়া অপরের বোধগম্য নয়। ঐ বিষয়ে অভিজ্ঞ ব্যক্তি ছাড়া অন্য ব্যক্তির ঐ ঘটনার কারণ

অনুসন্ধান করিতে যাওয়া অন্ধকারে হাতড়ান ছাড়া কিছুই নয়। যেমন টেলিভিশন যন্ত্রের সম্বন্ধে কিছু জানিয়াও ব্যবহারকারী সহজে উহার ব্যবহার করিতে পারেন। বৈদ্যুতিক ইস্ত্রির আভ্যন্তরীণ গঠন সম্বন্ধে কিছু না জানিয়াও উহা ব্যবহার করা হয়। টেলিভিশন বা বৈদ্যুতিক ইস্ত্রির আভ্যন্তরীণ গঠন বা কর্ম প্রণালী সাধারণ ব্যক্তির নিকট অজ্ঞাত। একটি বদ্ধ কালো বাক্সের মধ্যে কি ধরণের জিনিস আছে তাহা জানার চেষ্টা অন্ধকারে হাতড়ান ছাড়া কিছুই নয়। তেমনি ঐ টেলিভিশন, বৈদ্যুতিক ইস্ত্রি ইত্যাদি অনভিজ্ঞ ব্যক্তির নিকট বদ্ধ বাক্স বিশেষ। যখন ঐ বদ্ধ বাক্সের আভ্যন্তরীণ ক্রিয়াকাণ্ড সম্বন্ধে ধীরে ধীরে জ্ঞান অর্জন করা যায়, তখন ঐ কালো বাক্স (black box) আমাদের নিকট অনেক প্রয়োজনীয় তথ্য সরবরাহ করে।

একটি $15 \times 15 \times 10$ ঘন সে.মি. আকৃতির **কালো বাক্সের** মধ্যে কি আকৃতির বা ওজনের জিনিস আছে তাহা অজ্ঞাত। মনে করা যাক, উহার মধ্যে একটি কঠিন পদার্থ আছে। এখন কঠিন পদার্থটির আকৃতি ও ওজন সম্বন্ধে একটা ধারণা করিতে হইবে। (খালি বাক্সটির ওজন সম্বন্ধে একটা ধারণা প্রথমেই করিয়া লইতে হইবে)

বাক্সটিকে নাড়াচাড়া করিয়া পরীক্ষা করিলাম।

(i) ভিতরে যদি কাগজ, তুলা প্রভৃতির ন্যায় খুব হালকা ধরনের কোন পদার্থ থাকে, তবে বিশেষ কিছু অনুভব করা যাইবে না।

(ii) ভিতরে যদি কোন গোলাকৃতি (round) পদার্থ থাকে তবে বাক্সটি যেদিকেই কাৎ করা হউক না কেন, একটানা গড়ানোর শব্দ শে না যাইবে।

(iii) ভিতরে যদি থালার আকারের (platy) অর্থাৎ পাতের মত পদার্থ থাকে, তবে বাক্সটি যেদিকেই কাৎ করান হউক না কেন একটা ঘসড়ানোর শব্দ হইবে।

(iv) ভিতরের পদার্থটি চোঙের আকৃতির মত (cylindrical) হইলে বাক্সটি পাশে বা উপরে নীচে কাৎ করিলে একদিকে গড়ানোর শব্দ এবং অন্যদিকে ঘসিয়া যাওয়ার শব্দ অনুভব করা যাইবে।

(v) পদার্থটি শঙ্কুর আকৃতি বিশিষ্ট হইলেও একই ধরণের শব্দ অনুভব করা যাইবে।

(vi) পদার্থটি যদি অসমান আকৃতির হয় (irregular shape) হয়, তবে বাক্সটিকে কাৎ করিলে খট্খট্ ধরণের শব্দ শুনা যাইবে।

এইভাবে কালো বাক্সের ভিতরে কি আছে না জানিলেও কি আকৃতির পদার্থ আছে তাহা অনুমান করা যায়।

এই পরীক্ষার দ্বারা বুঝা গেল কোন কার্যের কারণ ও ফলাফল ধীরে ধীরে পরীক্ষা ও পর্যবেক্ষণ দ্বারা একটা সিদ্ধান্ত ও শেষে বৈজ্ঞানিক সত্যে উপনীত হওয়া যায়।

প্র্যাকৃটিক্যাল খাতা (Practical Note Book) লিখিবার পদ্ধতি :

1. প্রত্যেক পরীক্ষার দিন 'রাফ নোট' (rough note) লিখিবে এবং বাড়ীতে পরিষ্কার বাঁধানো খাতায় পরিচ্ছন্নভাবে পরে তাহা লিখিবে।

2. প্র্যাকটিক্যাল খাতার পরিচ্ছন্নতা, সহজ ও সুস্পষ্ট চিত্র, পরিচ্ছন্ন এবং সুশৃঙ্খলভাবে লেখা একান্ত প্রয়োজন। খাতায় লেখা প্রথম পুরুষে এবং সাধারণত অতীত ক্রিয়ায় লিখিতে হইবে। পরিচ্ছন্নতার জন্য পরীক্ষার নম্বর নির্দিষ্ট থাকে।

3. খাতার প্রথম পাতায় একটি সূচীপত্র (index) রাখিবে। ইহাতে বামদিক হইতে—(i) **পরীক্ষার ক্রমিক সংখ্যা** (serial number of the experiment). (ii) **পরীক্ষার বিষয়** (subject of the experiment). (iii) **পৃষ্ঠা সংখ্যা**— এইভাবে লিখিবে।

4. প্র্যাকটিক্যাল খাতার বাম পাশের সাদা পৃষ্ঠায় পরীক্ষার যন্ত্রাদির চিত্র আঁকিবে। **পরীক্ষার যন্ত্রাদির চিত্র আঁকা একান্ত প্রয়োজন।** ডান পাশের পৃষ্ঠায় পরীক্ষার বিষয় ও ফলাফল লিখিবে। একই পৃষ্ঠায় কখনও দুইদিনের দুইটি পরীক্ষার নোট একত্রে লিখিবে না।

5. খাতার ডান পাশের পৃষ্ঠায় (i) বামপাশে লিখিবে **পরীক্ষার তারিখ,** (ii) উপরে লিখিবে পরীক্ষণীয় বিষয়ের **শিরোনামা** (Head line) এবং তারপরে পরপর নীচে লিখিবে— (iii) **পরীক্ষাটির সূত্র** (Theory), (iv) **যন্ত্রাদির নাম** (apparatus), যন্ত্রাদি লাগানোর সাধারণ বিবরণ (Fitting of the apparatus), (v) **পরীক্ষার পদ্ধতি** (Experimental process), (vi) **পরীক্ষার সতর্কতা** (Precaution) এবং (vii) **পরীক্ষা, পর্যবেক্ষণ** (Observation) ও **সিদ্ধান্ত** (Conclusion and remark)। একটি পরীক্ষা একাধিকবার করা প্রয়োজন।

রসায়নাগারে আয়তন, ওজন ও গুরুত্ব নির্ণয়ের একক ও উহাদের সম্বন্ধ

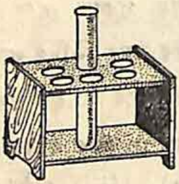
1 গ্রাম = $\frac{1}{1000}$ কিলোগ্রাম

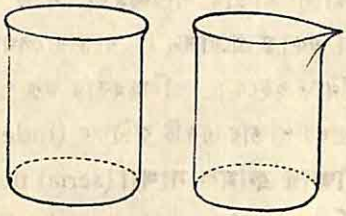
1 মিটার = 39·37 ইঞ্চি ;	1 ইঞ্চি = 2·54 সে. মি. (cm.)
1 লিটার = 1000 মিলিলিটার (ml.)	1 গ্যালন = 4·54 লিটার (litre)
1 গ্রাম = 0 036 আউন্স ;	1 আউন্স = 28·35 গ্রাম
1 পাউণ্ড = 453·6 গ্রাম ;	1 তোলা = 11·7 গ্রাম।

রসায়নাগারে নিত্য ব্যবহার্য যন্ত্রাদি

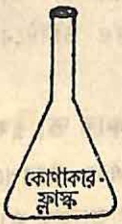
(Common apparatus used in the Laboratory)


পরীক্ষা-নল
(Test-tube)


কাঠের ষ্ট্যাণ্ড
(Wooden stand)


বীকার
(Beaker)


খলনুড়ি
(Mortar & pestle)



(Conical flask)



(Round bottom flask)



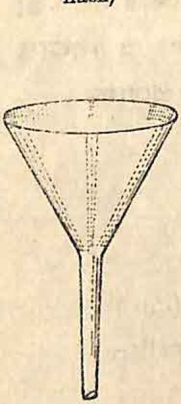
(Flat bottom flask)

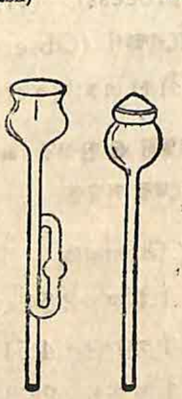


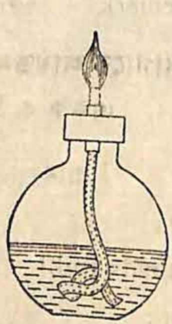
(Distillation flask)



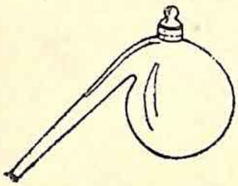
(500 c. c. measuring flask)


ফানেল
(Funnel)

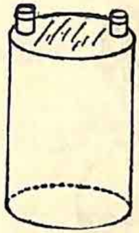

দীর্ঘনল বা থিস্‌ল্‌ ফানেল
(Thistle funnel)


স্পিরিট ল্যাম্প
(Spirit lamp)

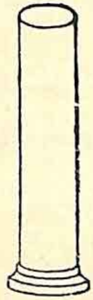

খর্পর বা বেসিন
(Basin)



বকযন্ত্র বা রিটর্ট
(Retort)



উলফ্ বোতল
(Woulf's bottle)



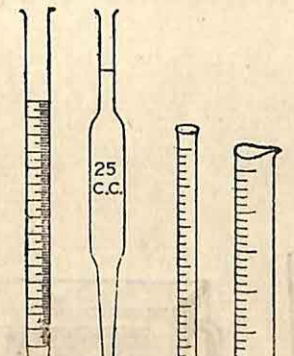
গ্যাস-জার
(Gar-jar)



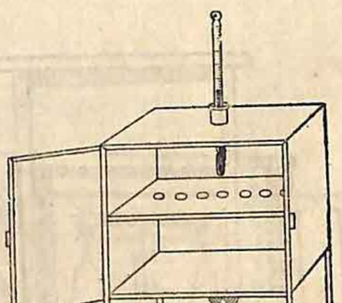
মুচি
(Crucible)



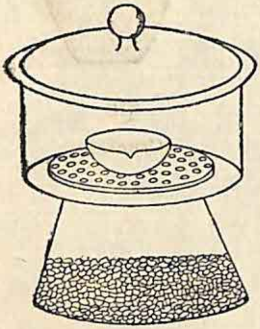
বিন্দুপাতী
ফানেল
(Dropping
funnel)



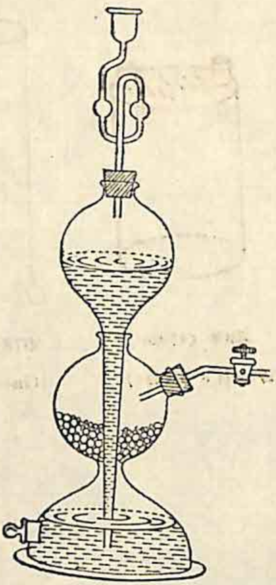
বুরেট, পিপেট, অংশাংকিত সিলিণ্ডার
(Burette) (Pipette) নল (Cylinder)
(Graduated
tube)



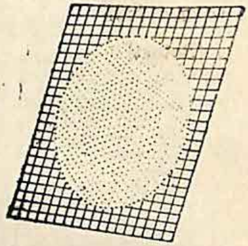
বায়ু উনান (Air oven)



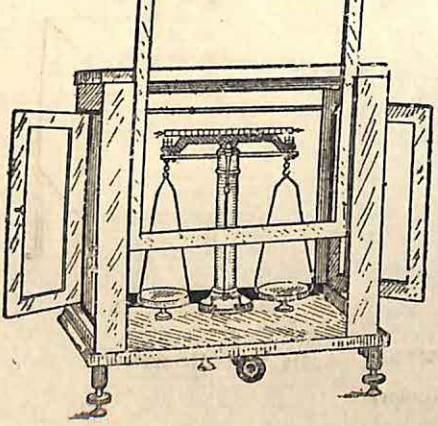
শোষকাধার
(Desiccator)



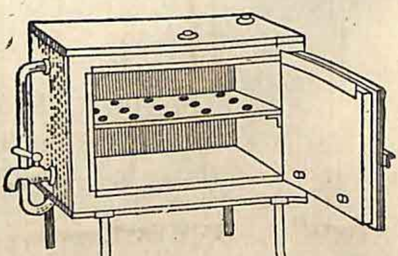
কিপযন্ত্র
(Kipp's apparatus)



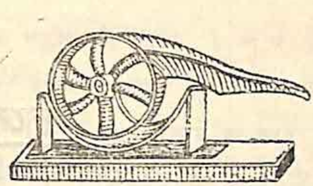
তারজাল
(Wire gause)



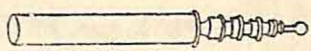
তুলাদণ্ড (Balance)



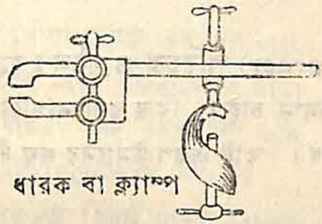
বাষ্প উনান (Steam oven)



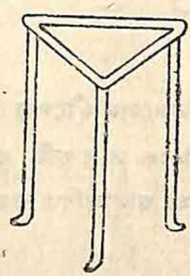
কর্ক পেষক



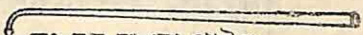
কর্ক ছিদ্রক বা কর্ক বোরার



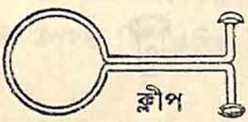
ধারক বা ক্ল্যাম্প



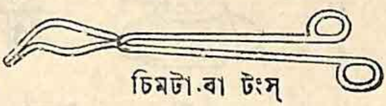
ত্রিপদ
বা
ট্রাইপড স্ট্যাণ্ড



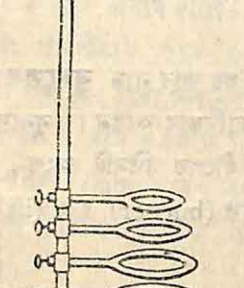
ফুৎ-নল বা ব্লো-পাইপ



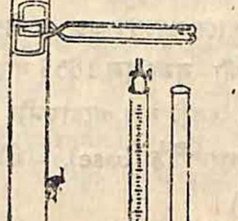
ক্লীপ



চিমটা বা টংস্



ধারক বা রিং বা বলয়
(Ring)



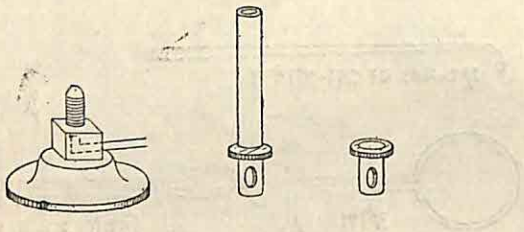


ধারকসহ পরীক্ষা নল ইডিয়োমিটার চাছিবার চামচ
(Test tube with holder) (Eudiometer) (Spatula)

1

বুনসেন দীপ
(Bunsen Burner)

1. বুনসেন দীপের (Bunsen Burner) পরিচয় ও গঠন : রান্নাঘরের মত রসায়নাগারেও তাপ সৃষ্টি করার জন্য উনান চাই। কিন্তু রসায়নাগারের উনানকে অনেক সময় স্থানান্তরিত করার দরকার হয়। তাই এরূপ উনানের জন্য দীপ ব্যবহার



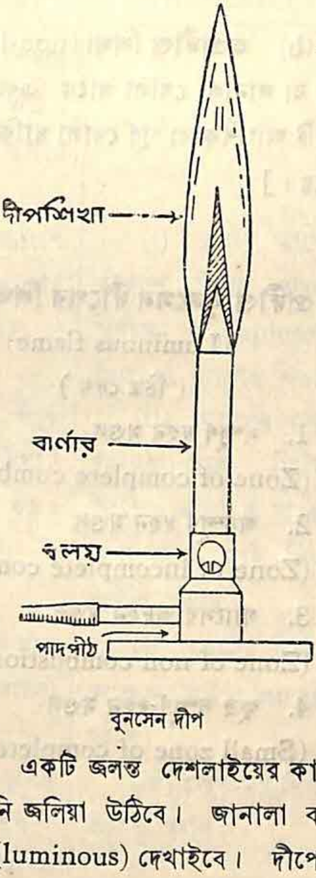
করা হয়। দীপ নাম হইলেও এরূপ দীপের উদ্দেশ্য উনানের ন্যায় তাপ সৃষ্টি করা—আলো জ্বালানো নয়।

রসায়নাগারে তাপের জন্য যে দীপটি ব্যবহার করা হয় তার নাম **বুনসেন দীপ**। জার্মান বিজ্ঞানী **বুনসেন** 1855 সালে এই দীপটি আবিষ্কার করেন। বুনসেন দীপ রসায়নাগারে একটি সদা প্রয়োজনীয় যন্ত্র। বুনসেন দীপের তিনটি অংশ ; যথা—(i) ধাতব **পাদপীঠ** (base), (ii) ধাতব **দীপাধার** (burner) এবং (iii) ধাতব **বলয়** (ring)।

যে ধাতব পাদপের উপরে দীপাধার বা বার্নার বসান থাকে তাহাই পাদপীঠ বা বেস (Base)। পাদপীঠের মুখটি সরু নলের মত **সূচল**। এই নলটি পার্শ্বদেশে নীচের দিকে যুক্ত থাকে আর একটি নল। এই নলের সঙ্গে বাইরের দিকে একটি রবারের নল লাগানো থাকে এবং তাহার ভিতর দিয়া গ্যাস-প্লাণ্ট অর্থাৎ গ্যাস উৎপাদনাগার হইতে জ্বালানী গ্যাস আসিয়া পাদপীঠে প্রবেশ করে। এই পাদপীঠের মাথায় বসানো থাকে একটি **বার্নার** (Burner) তথা **ধাতব নল**।

পাদপীঠের **সূচল মুখ** (Jet) দিয়া গ্যাস বার্নারের মধ্যে প্রবেশ করে। এই

নলটির মাথায় গ্যাস আগুনের সংস্পর্শে দীপ-শিখার আকারে জ্বলিতে থাকে। পাদপীঠের স্থূচল মুখ এবং ধাতব নল অর্থাৎ বার্নারটির সংযোগ-স্থলে ধাতব নলের গায়ে একটি **গোলাকার ছিদ্র** বা জানালা কাটা থাকে এবং ছিদ্রটির ঢাক্‌নিরূপে থাকে একটি **ধাতব বলয়** (ring)। ধাতব বলয়টি ঘুরাইয়া ছিদ্রটি খোলা বা বন্ধ করা যায় এবং এইভাবে বার্নারের মধ্যে বায়ু প্রবেশের মাত্রা নিয়ন্ত্রণ করা যায়। এই বলয়টিকে তাই **বায়ুনিয়ন্ত্রক** (air regulator) বলা হয়।



বুনসেন দীপ

বুনসেন দীপের এই তিনটি অংশই বিচ্ছিন্ন করিয়া দেখানো যায়। সমগ্র যন্ত্রটি খুলিয়া একবার দেখিয়া লও। পাদপীঠের স্থূচল মুখটি দেখ, বলয়টি দেখ এবং বার্নারটিও দেখ। তারপরে দীপটি ঠিকমত ফিট করিয়া এরূপ পরীক্ষা কর ঃ

(i) ধাতব নলের জানালাটি বন্ধ করিয়া দিয়া গ্যাস-পাইপ খুলিয়া দাও। গ্যাসাধার হইতে শুধুমাত্র গ্যাস প্রথমে দীপের পাদপীঠে ঢুকিবে এবং পাদপীঠের স্থূচল মুখ হইতে নির্গত হইয়া বার্নারের মধ্যে উপরের দিকে উঠিবে। একটি জ্বলন্ত দেশলাইয়ের কাঠি দীপের মুখে ধর। বার্নার হইতে নির্গত গ্যাস অমনি জ্বলিয়া উঠিবে। জানালা বন্ধ অবস্থায় দীপশিখা (flame) বেশ **লম্বা** বা **প্রদীপ্ত** (luminous) দেখাইবে। দীপের মাথায় একটি চীনামাটির পাত্র চিমটা দিয়া ধর। পাত্রের গায়ে কালো ভূসা বা ঝুল পড়িবে।

(ii) এখন ছিদ্রটি খুলিয়া দাও। ধাতব নলে তথা বার্নারের গ্যাসের সঙ্গে ছিদ্র দিয়া পর্যাপ্ত বায়ুও ঢুকিবে এবং তার ফলে দীপ-শিখা **দীপ্তিহীন ও নীলাভ** (non-luminous) হইয়া যাইবে এবং আকারেও ছোট হইবে। এই শিখার উপরে একটি চীনামাটির পাত্র চিমটা দিয়া ধর। পাত্রের গায়ে কোন ভূসা বা ঝুল পড়িবে না। জানালা খোলা অবস্থায় দীপের তাপ বেশী হয়। গ্যাস পাইপটি বন্ধ করিয়া দিলেই দীপটি নিভিয়া যায়।

বুনসেন দীপের বিভিন্ন শিখার শ্রেণী বিভাগ

(a) **প্রদীপ্ত শিখা** (luminous flame) এই ক্ষেত্রে বার্নারের বায়ু-ছিদ্র (air-hole) বা জানালা বন্ধ থাকে এবং দীপশিখা প্রদীপ্ত দেখায়।

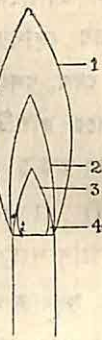
(b) **অপ্রদীপ্ত শিখা** (non-luminous flame)—এই ক্ষেত্রে বার্নারের বায়ু-ছিদ্র বা জানালা খোলা থাকে এবং দীপশিখা অপ্রদীপ্ত দেখায়। [বায়ু নিয়ন্ত্রক ছিদ্রটি আংশিক বা পূর্ণ খোলা থাকিবে তাহা নির্ভর করে গ্যাস সরবরাহের মাত্রার উপরে।]

প্রদীপ্ত বুনসেন দীপের শিখা মণ্ডল

(Luminous flame)

(চিত্র দেখ)

1. সম্পূর্ণ দহন মণ্ডল
(Zone of complete combustion)
2. অসম্পূর্ণ দহন মণ্ডল
(Zone of incomplete combustion)
3. গ্যাসের অদহন মণ্ডল
(Zone of non-combustion)
4. ক্ষুদ্র সম্পূর্ণ-দহন মণ্ডল
(Small zone of complete combustion).

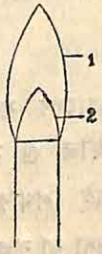


প্রদীপ্ত শিখা
(Luminous flame)

অপ্রদীপ্ত বুনসেন দীপের শিখা মণ্ডল

(Non-luminous flame)

1. সম্পূর্ণ দহন মণ্ডল
(Zone of complete combustion)
2. অদহন মণ্ডল
(Zone of non-combustion)



অপ্রদীপ্ত শিখা
(Non-Inminous flame)

দ্রষ্টব্য : প্রদীপ্ত শিখা অপ্রদীপ্ত শিখার চেয়ে আকারে বড়।

বুনসেন দীপের পরীক্ষা, পর্যবেক্ষণ ও সিদ্ধান্ত

পরীক্ষা (Experiment)	পর্যবেক্ষণ (Observation)	সিদ্ধান্ত (Inference)
1. ধাতব নলের বলয় বা রিং ঘুরাইয়া বায়ুরন্ধ্র বা জানালাটি বন্ধ কর এবং দীপটি জ্বালাও। এরূপ অবস্থায় গ্যাসের সঙ্গে বায়ু মিশ্রিত হয় না।	1. দীপ্ত **প্রদীপ্ত** শিখায় লম্বা হইয়া জ্বলিয়া ওঠে। এরূপ **প্রদীপ্ত শিখার চারিটি অংশ ঃ**	
	(i) দীপের উচ্চাংশে অল্পদীপ্তনীলাভ ক্ষুদ্রাকার শিখা।	(i) প্রথম অংশের নীলাভ শিখা বায়ুতে পূর্ণদগ্ধ (completely burnt) গ্যাসের শিখা।
	(ii) পরবর্তী অংশ সুপরিসর প্রদীপ্ত শিখা। এই অংশ আকারে বড়।	(ii) গ্যাসের অপূর্ণ দহনের ফলে দ্বিতীয় অংশে ভাসমান কার্বন কণা থাকে, তাই শিখা প্রদীপ্ত দেখায়।
	(iii) বার্নারের মুখে অদগ্ধ গ্যাসের কালো অংশ।	(ii) তৃতীয় কালো অংশ অদগ্ধ (unburnt) গ্যাস।
	(iv) বার্নারের মুখের কাছাকাছি পার্শ্ববর্তী অংশে স্বল্প রেখায় নীলাভ শিখা দেখা যায়।	(iv) চতুর্থ স্বল্প শিখা পূর্ণদগ্ধ গ্যাস।
2. চিমটা দিয়া একটি পোরসেলিন পাত্র প্রদীপ্ত শিখার উপরে ধর।	2. পোরসেলিন পাত্রের গায়ে কালি পড়িবে।	2. প্রদীপ্ত শিখায় যে ভাসমান কার্বন কণা থাকে তাহা পোর্সেলিন পাত্রের গায়ে জমা হয়।

পরীক্ষা (Experiment)	পর্যবেক্ষণ (Observation)	সিদ্ধান্ত (Inference)
3. শিখায় অদগ্ধ কালো অংশে চিমটা দিয়া ধরিয়া একটি কাচের নল ধর এবং নলের অপর মুখে একটি প্রজ্বলিত দেশলাইয়ের কাঠি ধর।	3. নলের অপর মুখে গ্যাস জ্বলিতে আরম্ভ করিবে।	3. অদগ্ধ গ্যাস নলের ভিতর দিয়া বহিয়া নলের অপর মুখে নির্গত হয়, তাহাই দীপশিখা-রূপে জ্বলিয়া উঠে।
4. বুনসেন দীপের বার্নারের বলয়টি ঘুরাইয়া জানালাটি তথা বায়ুছিদ্রটি খুলিয়া দাও। এই জানালা দিয়া পর্যাপ্ত পরিমাণে বায়ু বার্নারে প্রবেশ করিয়া গ্যাসের সঙ্গে মিশিবে।	4. দীপ্তশিখা **অদীপ্ত** (non-luminous) এবং (i) দীপশিখা আকারে ছোট হইয়া যাইবে। (ii) প্রদীপ্ত শিখা বিলুপ্ত হইবে। (iii) শিখাটির উপরিভাগ প্রদীপ্ত নীলাভ বর্ণে পরিণত হইবে। (iv) বার্নারের মুখের কাছে থাকিবে অদগ্ধ গ্যাসের আর একটি কালো অংশ।	4. পর্যাপ্ত বায়ু (অক্সিজেন) সরবরাহের ফলে জ্বালানী গ্যাস পরিপূর্ণভাবে দগ্ধ হয়। শুধু নীচের অংশে গ্যাস অদগ্ধ থাকে। তাই **অদীপ্ত শিখার মাত্র দুইটি অংশ।** প্রদীপ্ত শিখার চেয়ে অদীপ্ত শিখার উত্তাপ বেশী।

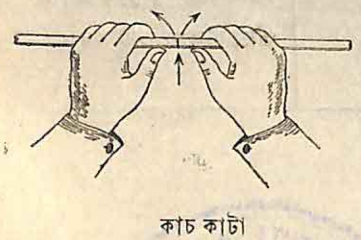
পরীক্ষা (Experiment)	পর্যবেক্ষণ (Observation)	সিদ্ধান্ত (Inference)
5. বার্নারের বলয়টি ঘুরাইয়া জানালাটি সম্পূর্ণ খুলিয়া দাও এবং প্রয়োজন অনুযায়ী গ্যাস-নলের ছিপি ঘুরাইয়া জ্বালানী গ্যাস সরবরাহের মাত্রা কমাইয়া দাও।	5. হঠাৎ দীপশিখা উপরের দিকে নিভিয়া বার্নারের জানালার মুখে ফর্‌ফর্‌ শব্দে গর্জন করিয়া জ্বলিতে আরম্ভ করিবে এবং বার্নার অত্যন্ত গরম হইয়া যাইবে। এইরূপ হইলে গ্যাস সরবরাহ বন্ধ করিয়া দীপ নিভাইয়া দাও এবং বার্নারের সংলগ্ন বলয় ঘুরাইয়া বায়ু প্রবেশের পরিমাণ নিয়ন্ত্রিত কর।	5. এইরূপ ঘটনাকে **পশ্চাৎ-জ্বলন** (strike back) বলে। গ্যাসের পরিমাণ কম ও বায়ুর পরিমাণ বেশী হওয়ার দরুন এরূপ ঘটনা ঘটে। বলয় ঘুরাইয়া বায়ু প্রবেশের মাত্রা নিয়ন্ত্রণ করিলেই এরূপ ঘটনা বন্ধ করা যায়। বায়ুর সংস্পর্শে গ্যাস পূর্ণ দগ্ধ বা জারিত (oxidised) হয় বলিয়া পশ্চাৎ-জ্বলনে তীব্র উত্তাপ সৃষ্টি হয়।

2 জলের বোতল ফিটকরণ
(Fitting up of a wash bottle)

(i) কাচের নল কাটা, কাচের নল বাঁকানো, জেট তৈরী করা, কর্ক ছিদ্র করণ :

পরীক্ষার দ্রব্য ও যন্ত্রপাতি (Materials and apparatus) : বুনসেন দীপ (Bunsen burner), ফিশটেল দীপ (Fishtail burner), কাচের নল (glass tube), ত্রিকোণ ফাইল বা উখা (triangular file), কর্ক, কর্কগাঁথক (cork borer) এবং অ্যাসবেসটস বোর্ড (asbestos board)।

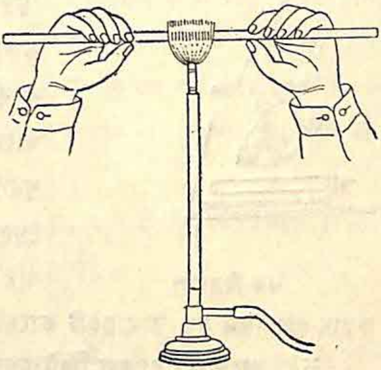
1. **কাচের নল কাটা** (Cutting of glass tube) : একটি কাচের নল লও। নলের যে স্থানে কাটিতে হইবে ফাইল ঘষিয়া সেইস্থানে একটি দাগ কাট। কাটা দাগের নীচে দুই হাতে বুড়ো আঙ্গুল বসাইয়া নলটি ধর এবং নীচের দিকে একটু চাপ দাও। কাচটি দাগ কাটা স্থানে দ্বিখণ্ডিত হইয়া যাইবে। অল্প চাপ দেওয়াতে যদি নলটি না ভাঙ্গে তবে কাটা দাগটি ফাইল (file) দিয়া ঘষিয়া আরও একটু গভীর করিয়া দাও।


কাচ কাটা

নলের কাটা মুখ দুইটি বুনসেন দীপে উত্তপ্ত করিয়া নরম কর, দেখিবে, তীক্ষ্ণধার মুখ নিজেই মসৃণ হইয়া গিয়াছে, অথবা উত্তপ্ত মুখ দুইটি পর পর অ্যাসবেসটস বোর্ডের উপরে রাখিয়া আলগাভাবে চাপ দাও। এইভাবে কাটা নলের তীক্ষ্ণ ধার মসৃণ করিয়া লও।

2. **কাচের নল বাঁকানো** (Bending of glass tube) : একটি কাচের নল লও। নলটির দুই পাশে পরপৃষ্ঠার চিত্রাকারে ধর। নলটি যে স্থানে বাঁকানো প্রয়োজন ফিশটেল (Fishtail) দীপের চ্যাপটা শিখায় সেই স্থানটি উত্তপ্ত কর। [ফিশটেল বার্নারের পরিবর্তে সাধারণ বুনসেন দীপেও এরূপ পরীক্ষা করা সম্ভব।]

ফিশটেল দীপ পাওয়া না গেলে বুনসেন দীপকে অদীপ্ত করিয়া লও। কাচের নলটি উত্তপ্ত করিবার সময় ঘুরাইতে থাক—যাতে সর্বদিক সমান ভাবে উত্তপ্ত হয়। কিছুক্ষণ উত্তপ্ত করার পরে অনুভব করিবে যে উত্তপ্ত স্থানে কাচের নলটি গলিয়া নরম হইয়া গিয়াছে। এখন অল্প চাপ দিয়া ধীরে ধীরে প্রয়োজন অনুযায়ী নলটি 30°, 45°, 60° বা 135° কোণে বাঁকাও। অ্যাসবেসটস বোর্ডে বিভিন্ন কোণ আঁকিয়া সেই চিত্রের উপরে বসাইয়া কোণগুলি মিলাইয়া লও। তপ্ত কাচের নল এখন অ্যাসবেসটস বোর্ডে রাখিয়া ঠাণ্ডা কর।

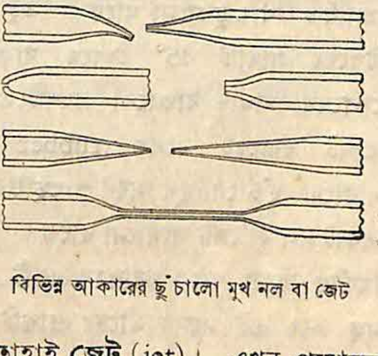


ফিশটেল বার্নারে কাঁচের নল বাঁকানো বা লম্বা করার বা জেট তৈরীর জন্য তপ্তকরণ

3. **জেট তৈরীকরণ** (Drawing out a jet): কাচের নল বাঁকাইবার পরীক্ষাটি পুনরায় কর। নলটি উত্তপ্ত স্থানে যেই নরম হইয়াছে বলিয়া মনে হইবে তখনই নলটি শিখার বাহিরে আনিয়া দুই মাথা ধরিয়া ধীরে ধীরে দুই পাশে টানিয়া নলটিকে লম্বা কর। উত্তপ্ত স্থানে নলটি ছুঁচালো বা সরু হইয়া যাইবে। নলটি **ঠাণ্ডা** করিয়া ফাইল দিয়া সরু নলটি আঁচড় কাটিয়া দুই অংশে ভাগ কর এবং সরু নলের তীক্ষ্ণ-ধার মুখ দীপে **উত্তপ্ত** করিয়া মসৃণ কর।



কাঁচের নল বাঁকানো



বিভিন্ন আকারের ছুঁচালো মুখ নল বা জেট

যে ছুঁচালো বা সরুমুখ নলটি তৈরী হইল তাহাই **জেট** (jet)। এখন প্রয়োজন অনুযায়ী জেটের আকার ঠিক কর।

4. **কর্ক ছিদ্রকরণ** (Boring a cork): যে-বোতলের মুখে কর্ক লাগাইবে

সেই বোতলে আঁটভাবে লাগে সেই আকারে একটি কর্ক লও এবং এই কর্কে যে-কাচের নল লাগাইবে সেই নলের ব্যাসের চেয়ে একটু ছোট ছিদ্র-বিশিষ্ট কর্ক-ছেদক (cork-borer) লও। কর্কটি টেবিলের উপর লম্বভাবে রাখ। এখন কর্কের উপর যে স্থানে ছিদ্র করিতে হইবে সেই স্থানে ছেদকটি নীচের দিকে চাপিয়া ধীরে ধীরে ঘুরাইয়া কর্কটি ছিদ্র কর। লক্ষ্য রাখিতে হইবে ছেদক যেন সর্বদা লম্বভাবে থাকে। এই ছেদক যদি জলের বোতল ফিট করার জন্য কর্ক ছিদ্র করার প্রয়োজন হয়, তবে তুইটি কাচের নলের ব্যাস অনুযায়ী তুইটি ছিদ্র কর।

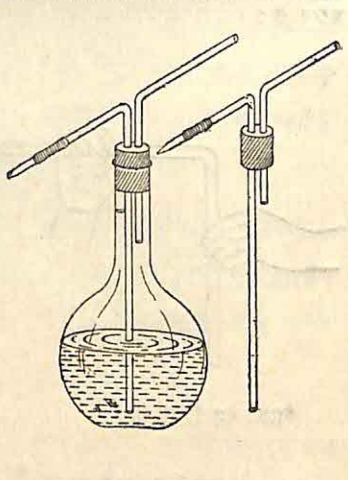


কর্ক ছিদ্রকরণ

(ii) **জলের বোতল ফিটকরণ** (Fitting up a Wash-bottle) :

1. **যন্ত্রপাতি** (Apparatus) : একটি 500 ml. চ্যাপ্টা তল ফ্লাস্ক (flat bottom flask), একটি দীর্ঘ কাচের নল, অপেক্ষাকৃত ছোট অপর একটি কাচের নল, কর্ক-ছেদক (borer), কাচের নলের ব্যাস অনুযায়ী এক টুকরা রবার নল ও একটি ফাইল।

2. **জলের বোতলের বিবরণ** (Description of a wash bottle) : রসায়নাগারের সদা-প্রয়োজনীয় পাত্রটির নাম **জলের বোতল** (wash bottle)। জলের বোতলরূপে সাধারণত ব্যবহার করা হয় একটি বড় 500 ml, ফ্লাস্ক। এই ফ্লাস্কের মুখ কর্কের বা রবারের ছিপি দিয়া আঁটা থাকে এবং সেই ছিপির মধ্যে থাকে তুইটি ছিদ্র। একটি ছিদ্রে আঁটা থাকে দীর্ঘ কাচের নল। এই নলটি ফ্লাস্কের তলা পর্যন্ত প্রলম্বিত অর্থাৎ ঢুকানো থাকে। এই নলের উপরের মাথাটি 45° কোণে বাঁকানো। কোণের মাথায় বাঁকানো অংশটিতে ছোট একটি রবারের নলের (rubber tube) সাহায্যে ছুঁচালো-মুখ সরু ও ছোট কাচের একটি নল বা জেট লাগানো থাকে। কর্কের দ্বিতীয় ছিদ্রে থাকে খর্বাকার একটি কাচের নল এবং এই নলের নীচের প্রান্তটি জলের উপরে ফ্লাস্কের মুখ পর্যন্ত মাত্র ঢুকানো এবং কর্কের বাহিরের দিকটি প্রায় 135° কোণে বাঁকানো থাকে ইহাই রসায়নাগারের জলের বোতলের বিবরণ।



জলের বোতল

3. **নল বাঁকানো** ঃ 45° কোণ করিয়া একটি কাচের নল বাঁকাও। নলটি একপ্রান্তে বাঁকাইতে হইবে। নলের অপর প্রান্ত বা দিকটি যাতে ফ্লাস্কের তলা পর্যন্ত পৌঁছিতে পারে সেরূপ দীর্ঘ রাখিতে হইবে। 135° কোণ করিয়া অপর একটি সমব্যাসের কাচের নল বাঁকাও। এই নলটি ছোট অর্থাৎ খর্বাকার হইবে, (চিত্র দেখ)।

4. **জেট তৈরীকরণ** (Preparing a jet) ঃ পূর্বের পরীক্ষা অনুযায়ী একটি জেট তৈরী কর। জেটটি রবারের একটি নলের সাহায্যে 45° কোণে বাঁকানো নলের বাহিরের মুখে লাগাও।

5. **কর্ক ছিদ্রকরণ** (Boring of a cork) ঃ পূর্বের পরীক্ষা অনুযায়ী একটি কর্কে দীর্ঘ-নল ও খর্ব-নলের ব্যাস-সমান দুইটি ছিদ্র কর।

6. বাঁকানো নল দুইটি কর্কে ফিট কর।

7. এখন নল দুইটিসহ কর্কটি ফ্লাস্কের মুখে ফিট কর। লক্ষ্য রাখ, জেট ফিট-করা দীর্ঘ-নলের অপর প্রান্ত যেন ফ্লাস্কের প্রায় তলা পর্যন্ত পৌঁছে এবং 135° কোণে বাঁকানো অপর খর্বাকার নলটি যেন ফ্লাস্কের ভিতরে সামান্যমাত্র প্রবেশ করে এবং বোতলের ভিতর জলের উপরে থাকে। এইভাবে যে ফ্লাস্কটি তৈরী করা হইল তাহাই জলের বোতল বা রসায়নাগারের সদা-প্রয়োজনীয় 'ওয়াশ-বটল'।

জলের বোতলের পরীক্ষা (Experiment) ঃ কর্ক খুলিয়া ফ্লাস্কে জল ভর এবং নল-দুইটি-সহ কর্ক আঁটিয়া ফ্লাস্কের মুখ বন্ধ কর। খর্বাকার নলের মুখে ফুঁ দাও। দীর্ঘ নল বাহিয়া জল উপরের দিকে উঠিবে। খর্বাকার নলের মুখটি বুড়ো আঙ্গুল দিয়া বন্ধ কর। দীর্ঘ নলের মধ্যে জল যদি স্থির থাকে তবে বুঝিতে হইবে যে নল ও কর্ক বায়ুনিরন্ধ্রভাবে ফিট করা হইয়াছে।

(i) 135° কোণে বাঁকানো খর্বাকার নলে জোরে ফুঁ দাও। সরু ধারায় জল ছুঁচালো-মুখ দিয়া পড়িতে আরম্ভ করিবে। ছুঁচালো-মুখ নল বা জেট রবারের নল দ্বারা দীর্ঘ-নলের সহিত যুক্ত থাকায় জলের সরু ধারা ইচ্ছামত ঘুরাইয়া ফিরাইয়া বিভিন্ন দিকে ব্যবহার করা যায়।

(ii) যখন বেশী পরিমাণে জলের প্রয়োজন তখন খর্বাকার নলের দিকে জলের বোতল কাৎ কর। খর্বাকার নলের মুখ দিয়া মোটা ধারায় জল পড়িবে।

3 মিশ্রণ পৃথক-করণ পদ্ধতি
(Separation of Mixture)

দ্রবণ (Solution) ঃ **কোন কঠিন, তরল বা গ্যাসীয় পদার্থ যখন কোন তরল পদার্থের মধ্যে সর্বত্র সমান ও অবিচ্ছিন্নভাবে মিশিয়া যায়, তখন সেই মিশ্রণকে বলা হয় দ্রবণ।**

দ্রবণের প্রস্তুতির পরীক্ষা ঃ একটি বীকারে জল লও এবং তার মধ্যে এক চামচ পরিষ্কার চিনি বা তুঁতে (কপার সালফেট, $CuSO_4$) মিশাও। তুঁতে বা চিনি জলের মধ্যে এমনভাবে মিশিয়া যাইবে যে স্বচ্ছ জলের মধ্যে চিনির বা তুঁতের স্বতন্ত্র ভাসমান কণিকা আর খুঁজিয়া পাওয়া যাইবে না।

(i) এই দ্রবণে যদি আরও চিনি মিশান যায় তবে ইহাকে বলা হয় **অসম্পৃক্ত দ্রবণ** (unsaturated solution)।

(ii) এই দ্রবণের মধ্যে পর পর কয়েক চামচ চিনি বা তুঁতে মিশাও এবং দ্রবণ বিশেষভাবে কাচের শলা দিয়া নাড়িয়া দাও। যখন দ্রবণের তলায় অমিশ্রিত অবস্থায় চিনি বা তুঁতের দানা পড়িয়া থাকে তখন দ্রবণটি ফিলটার কাগজের সাহায্যে ছাঁকিয়া লও। এই স্বচ্ছ-দ্রবণ বলা হয় **সম্পৃক্ত দ্রবণ** (saturated solution)।

(ii) এই দ্রবণ-পূর্ণ বীকার ত্রিপদে রক্ষিত তারজালের উপর রাখিয়া (wire gauze on tripod stand) বুনসেন দীপের সাহায্যে উত্তপ্ত কর এবং দ্রবণে আরও কয়েক চামচ চিনি বা তুঁতে মিশাও। দেখিবে, উত্তপ্ত দ্রবণে অধিক পরিমাণ তুঁতে বা চিনি মিশান সম্ভব। অতিরিক্ত চিনি বা তুঁতে মিশাইবার পরে এক সময়ে কঠিন পদার্থ দ্রবণের তলায় পড়িয়া যাইবে ; এই দ্রবণ ছাঁকিয়া লও। এরূপ অবস্থায় উচ্চ তাপে সম্পৃক্ত দ্রবণ তৈরী হয়।

এই দ্রবণ প্রস্তুতির পরীক্ষা হইতে দেখা যায় দ্রবণীয়তার মাত্রা বা সম্পৃক্তির মাত্রা উত্তাপের উপরে নির্ভর করে। প্রথম সম্পৃক্ত দ্রবণ তৈরী হইয়াছে রসায়নাগারের স্বাভাবিক তাপমাত্রায় এবং দ্বিতীয় সম্পৃক্ত দ্রবণ তৈরী করা হইয়াছে উচ্চতর তাপমাত্রায়। উত্তপ্ত সম্পৃক্ত দ্রবণ ঠাণ্ডা করিলে কঠিন পদার্থ দ্রবণ হইতে বিচ্ছিন্ন হইয়া যাইবে।

যে-বস্তু তরলে মিশান হয় তাকে বলা হয় **দ্রাব** (solute) এবং যে-তরলের মধ্যে ইহা মিশান হয় তাকে বলা হয় **দ্রাবক** (solvent)। সুতরাং দ্রাব ও দ্রাবকের মিশ্রণে তৈরী হয় দ্রবণ। অর্থাৎ, **দ্রবণ=দ্রাব+দ্রাবক** (solution=solute+solvent) ; সুতরাং চিনি ও তুঁতেকে বলা হইবে দ্রাব এবং জলকে দ্রাবক এবং চিনি, জল ও তুঁতের মিশ্রণকে বলা হইবে দ্রবণ। সমস্ত দ্রাবকের মধ্যে দ্রাব এমন সমভাবে মিশিয়া যায় যে, দ্রবণের প্রতিটি ফোঁটা স্বাদে একরকম, বর্ণে একরকম এবং ঘনত্বেও একরকম। চিনির জলের প্রতিটি ফোঁটা সমান মিষ্টি। তুঁতে জলের প্রতি ফোঁটা দেখিতে সমান নীলাভ, অর্থাৎ প্রতি ফোঁটা দ্রবণ সকল রকম গুণে ও ধর্মে সম্পূর্ণরূপে একরকম।

দ্রবণে অল্প পরিমাণ দ্রাব মিশ্রিত থাকিলে সেই দ্রবণকে **লঘু দ্রবণ** (dilute solution) এবং দ্রাবের পরিমাণ বেশী হইলে দ্রবণকে **ঘন** বা **গাঢ় দ্রবণ** (concentrated solution) বলে। দেখিবে, রসায়নাগারের শেল্‌ফে কোন কোন বিকারক বোতলের গায়ে Dil. HCl এবং কোনটির গায় Conc. HCl লেখা আছে। Dil. HCl-এর অর্থ বোতলের হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডে বেশি পরিমাণ জল আছে এবং Conc. HCl-এর অর্থ অ্যাসিডে জলের মাত্রা খুব কম।

(a) **পরিস্রাবণ পদ্ধতি** (Filtration) :

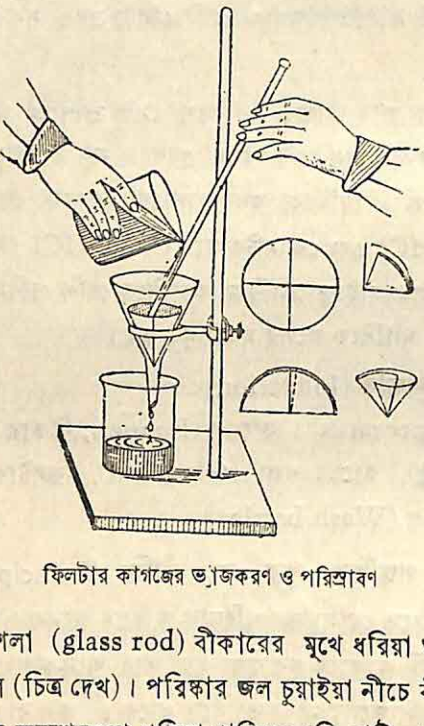
1. **যন্ত্রপাতি** (Apparatus) : ফানেল (Funnel), বীকার (Beaker), ধারক (Stand), বলয় (Ring), কাচের শলা (Glass rod), ফিলটার কাগজ (Filter paper) ও জলের বোতল (Wash bottle)।

2. **পরিস্রাবণ পদ্ধতির সূত্র বা নীতি** (Principle) : [আস্রাবণ (Decantation) পদ্ধতিতে ঘোলা জল পরিষ্কার করিতে অনেক সময় লাগে। উপরন্তু ভাসমান ময়লাগুলি যদি আকারে খুব সূক্ষ্ম হয় তবে অনেক সময় রাখিয়া দেওয়ার পরেও ময়লার কণিকাগুলি জলের মধ্যে ভাসিতে থাকে। জল বা যে-কোন তরলকে তাড়াতাড়ি পরিস্রুত করার জন্য ছাঁকনী দিয়া ছাঁকা প্রয়োজন।] **ছাকনি দিয়া ছাঁকিয়া তরল পদার্থকে পরিস্রুত বা পরিষ্কার করার উপায়কে বলা হয় পরিস্রাবণ** (filtration)।

পূর্বে তরল পদার্থ ছাঁকিবার জন্য মসলিন কাপড় ব্যবহার করা হইত। এখন **ফিল্‌টার কাগজ** ব্যবহার করা হয়। ফিল্‌টার কাগজে থাকে অগণিত সূক্ষ্ম ছিদ্র। সেই সব ছিদ্র দিয়া পরিষ্কার তরল পদার্থ চুয়াইয়া বীকারের গা বাহিয়া উহার তলে জমা হয়। ফিল্‌টার করার পরে প্রাপ্ত পরিস্রুত তরল পদার্থকে **ফিলট্রেট** (Filtrate)

বলা হয়। ফিল্টার কাগজের উপর যে অদ্রবণীয় পদার্থকণিকাগুলি পড়িয়া থাকে তাহাকে **অবশেষ** (Residue) বলা হয়।

3. **পরীক্ষা** (Experiment) : এক বীকার জলে আধ চামচ বালিমাটি বা খড়িমাটি মিশাও। একটি ফিল্টার কাগজ চার ভাঁজ করিয়া একটি ভাঁজ খুলিয়া একটি ফানেলের মধ্যে বসাইয়া দাও। একটু জল দিয়া ফিলটার কাগজটি ভিজাও। ফিল্টার কাগজ-ঢাকা ফানেলটি ধারকে (stand) সংযুক্ত একটি বলয়ের মধ্যে বসাও।



ফিলটার কাগজের ভাঁজকরণ ও পরিস্রাবণ

এখন একটি কাচের শলা (glass rod) বীকারের মুখে ধরিয়া তরল পদার্থ ফানেলের মধ্যে ধীরে ধীরে ঢাল (চিত্র দেখ)। পরিষ্কার জল চুয়াইয়া নীচে বীকারের মধ্যে পড়িবে এবং ফিলটার কাগজে অবশেষরূপে পড়িয়া থাকিবে খড়ি মাটি বা বালিমাটির গুড়া।

(b) **বাষ্পীভবন পদ্ধতি** (Evaporation) :

1. **যন্ত্রপাতি** (Apparatus) : পোরসেলিন পাত্র, বুনসেন দীপ, ওয়াটার বাথ, ত্রিপদ, তার-জাল ও কাচের শলা।

2. **বাষ্পীভবন পদ্ধতির সূত্র বা নীতি :** বাষ্পীকরণ পদ্ধতিতে দ্রবণ হইতে দ্রাবকে অর্থাৎ দ্রবণ হইতে কঠিন ও তরল পদার্থ পৃথক করা যায়। লবণ-জলের দ্রবণকে কাচের বা কোন চীনামাটির পাত্রে উত্তপ্ত করিলে জল বাষ্প হইয়া উবিয়া যায় এবং পাত্রে পড়িয়া থাকে শুধু লবণের শুষ্ক দানা।

তাপের প্রভাবে জল বা যে কোন তরলকে বাষ্পে পরিণত করার পদ্ধতিকে বলা হয় বাষ্পীকরণ বা বাষ্পীভবন ঃ

3. **পরীক্ষা** (Expt.) ঃ (ক) একটি প্লেটে এক ফোঁটা জল ফেল। কিছুক্ষণ পরে দেখিবে প্লেটে জলের চিহ্নও নাই। কারণ, সাধারণ তাপেও জল বাষ্পে পরিণত হয়।



তরল বাষ্পীকরণ

(খ) একটি পোরসেলিন পাত্রে অল্প লবণ-মিশ্রিত অথবা তুঁতে-মিশ্রিত জল অর্থাৎ দ্রবণ লও ও বুনসেন দীপের সাহায্যে তার-জালের (wire gauze) উপর রাখিয়া উত্তপ্ত কর। জল বাষ্প হইয়া উড়িয়া যাইবে, পাত্রে পড়িয়া থাকিবে শুষ্ক কঠিন লবণ বা তুঁতের দানা। ওয়াটার বাথে (water bath) বসাইয়াও ধীরে ধীরে তরল বাষ্পীভূত করা হয়।

(c) **উর্ধ্বপাতন পদ্ধতি** (Sublimation) :

1 **যন্ত্রপাতি ঃ** বেসিন, ফানেল, বুনসেন দীপ, তার-জাল, ত্রিপদ ও ধারক।

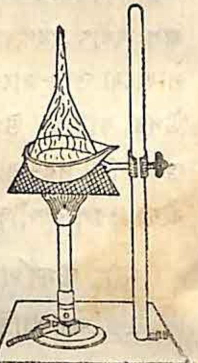
2. **উর্ধ্বপাতন পদ্ধতির সূত্র বা নীতি ঃ** কর্পূর কখনও খোলা পাত্রে রাখা যায় না। কারণ কর্পূর বায়ুতে উবিয়া যায়, অর্থাৎ বাষ্প হইয়া যায়। নিশাদল ও আয়োডিনও খোলা পাত্রে রাখিলে কর্পূরের মত বাষ্প হইয়া উবিয়া যায়। অন্য কোন কঠিন পদার্থের বেলায় কিন্তু এরূপ হয় না। বরফ গলিয়া প্রথমে জলে পরিণত হয় এবং জল উত্তপ্ত হইলে বাষ্পরূপে উবিয়া যায়। তাপের প্রভাবে কঠিন পদার্থ প্রথমে তরলে এবং তারপরে সেই তরল বাষ্পে পরিণত হয়। ইহাই সাধারণ নিয়ম। কিন্তু কর্পূর ও আয়োডিনের মত কয়েকটি পদার্থ তাপের প্রভাবে প্রথমে তরলে পরিণত না হইয়া তরল অবস্থাটি ডিঙাইয়া সরাসরিভাবে কঠিন অবস্থা হইতেই বাষ্পীয় অবস্থায় পরিণত হয় এবং সেই বাষ্প আবার ঠাণ্ডা হইয়া কঠিন পদার্থে পরিণত হয়।

যে পদ্ধতিতে কোন কঠিন পদার্থ প্রথমে তরল অবস্থায় পরিণত না হইয়া একেবারে সরাসরিভাবে বাষ্পে পরিণত হয় এবং সেই বাষ্প আবার ঠাণ্ডা করিলে সরাসরিভাবে পদার্থ কঠিন অবস্থা লাভ করে, সেই পদ্ধতিকে বলা হয় উর্ধ্বপাতন পদ্ধতি। উর্ধ্বপাতিত কঠিনাকারে সঞ্চিত পদার্থকে বলা হয় **উর্ধ্বক্ষেপ** (Sublimate)।

3. **পরীক্ষা** : একটি পোরসেলিনের বেসিনে বা খর্পরে কিছু আয়োডিন বা ন্যাপথালিন বা কর্পূর লও। একটি ফানেল তুলা দিয়া ফানেলের নলটি বন্ধ করিয়া দাও। এই ফানেলটি ফিলটার কাগজে মুড়িয়া উপুড় করিয়া বেসিনের আয়োডিনের উপর বসাইয়া দাও। ফানেলসহ পোরসেলিনের বেসিনটি অ্যাসবেসটস্-লেপা একটি তার-জালের বা বালি খোলার উপরে ত্রিপদে বসাও এবং দীপের সাহায্যে ধীরে ধীরে বেসিনটিকে সামান্য উত্তপ্ত কর। দেখিবে, কিছুক্ষণের মধ্যে আয়োডিন উৎক্ষিপ্ত হইয়া ফানেলের গোড়ায় গিয়া জমিয়া উঠিয়াছে এবং পাত্রে আর আয়োডিন অবশিষ্ট নাই। কর্পূর বা নিশাদলও এইভাবে ঊর্ধ্বপাতিত করা যায়। [নিম্নের চিত্র দেখ।]



ঊর্ধ্বপাতন


উৎক্ষেপ

মিশ্রণ পৃথককরণ : আয়োডিন কর্পূর বা নিশাদলের সঙ্গে বালি, চিনি, পাথরকুচি বা অন্য কোন অনুদ্বায়ী পদার্থ মিশান থাকিলে এরূপ ঊর্ধ্বপাতন পন্থায় আয়োডিন কর্পূর বা নিশাদল পৃথক হইয়া ঊর্ধ্বক্ষেপরূপে ফানেলের গোড়ায় সঞ্চিত হয় এবং বেসিন বা খর্পরে অবশেষরূপে পড়িয়া থাকিবে অনুদ্বায়ী পদার্থ পাথরকুচি, বালি বা চিনি।

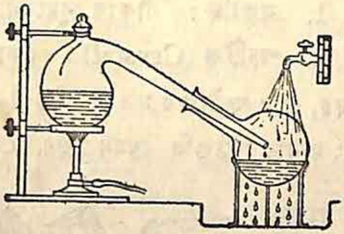
(d) **লবণ জল হইতে পাতিত জল তৈরি** (Distilled water from salt-water) :

1. **যন্ত্রপাতি** : একটি বক-যন্ত্র (retort), একটি গোলাকার ফ্লাস্ক, ধারক এবং বুনসেন দীপ ও তারজাল এবং জলধারার ব্যবস্থা।

2. **পাতন পদ্ধতি** (Distillation) : জল উত্তপ্ত করিলে বাষ্পে পরিণত হয় এবং সেই বাষ্পীয় জলকে শীতল করিলে ইহা পুনরায় তরল জলে পরিণত হয়। এরূপ

পদ্ধতিকে বলা হয় তরলের পাতন পদ্ধতি। কঠিন পদার্থ লবণ জলের মধ্যে মিশ্রিত করিয়া লবণের দ্রবণ তৈরী করিয়া সেই দ্রবণকে উত্তপ্ত করিলে, জল বাষ্পে পরিণত হয় এবং পাতন পাত্রে অবশেষ পড়িয়া থাকে কঠিন লবণ। জলীয় বাষ্প শীতল করিলে যে জল পাওয়া যায় তাহাই **পাতিত জল** (distilled water)।

3. **পরীক্ষা** (Experiment) : একটি বিকারের মধ্যে জলের সঙ্গে লবণ মিশাও এবং এই মিশ্রণ পরিস্রুত করিয়া লও। বকযন্ত্রের ছিপি খুলিয়া ফানেলের সাহায্যে তাহার অর্ধেক লবণ-দ্রবণে পূর্ণ কর। এখন বকযন্ত্রের ছিপি বন্ধ করিয়া ধারকের ও ত্রিপদের সাহায্যে তারজালের উপরে বকযন্ত্রটি বসাও এবং ইহার নীচে একটি বুনসেন দীপ রাখ। বকযন্ত্রের গলাটি পার্শ্বে স্থাপিত এক বড় গোলাকার ফ্লাস্কের গলার মধ্যে ঢুকাইয়া দাও।



পাতন পদ্ধতি

এখন, বুনসেন দীপের সাহায্যে বকযন্ত্রের লবণ-দ্রবণ **ধীরে ধীরে** উত্তপ্ত কর। ইহার ফলে জলীয় বাষ্প বকযন্ত্রের গলা দিয়া ফ্লাস্কের মধ্যে প্রবেশ করিবে। ফ্লাস্কটি ট্যাপ-কলের জলধারা দ্বারা ঠাণ্ডা কর অথবা ইহা জলে ভিজা নেকড়া দিয়া ঢাকিয়া দাও এবং মাঝে মাঝে জল ঢালিয়া নেকড়াটিকে সিক্ত অবস্থায় রাখ। বকযন্ত্রের জলীয় বাষ্প ফ্লাস্কের শীতল পরিবেশে প্রবেশ করিয়া তরল জলে পরিণত হইবে এবং ইহা ফ্লাস্কের তলায় সঞ্চিত হইবে। এই সঞ্চিত জলই **পাতিত জল** (distilled water)। এই পাতিত জল পুনরায় বকযন্ত্রে রাখিয়া পাতিত কর। ইহার ফলে ফ্লাস্কের মধ্যে সম্পূর্ণ পাতিত জল পাওয়া যাইবে। বকযন্ত্রে কঠিনাকারে লবণ পড়িয়া থাকিবে অবশেষরূপে।

এরূপ পদ্ধতিতে তুঁতের দ্রবণ তথা কপার সালফেট দ্রবণ হইতে অথবা অনুরূপ দ্রবণ হইতে উল্লিখিত পাতন পদ্ধতিতে পাতিত জল প্রস্তুত করা যায়। বকযন্ত্রে অবশেষরূপে থাকিবে তুঁতে এবং ফ্লাস্কে সঞ্চিত হইবে পাতিত জল।

4

স্ফটিক ও স্ফটিকীকরণ বা কেলাসন পদ্ধতি
(Crystal and Crystalisation)

1. **যন্ত্রাদি ঃ** বীকার, বুনসেন দীপ, কাচের শলা, সূতা।

2. **স্ফটিক** (Crystal) ঃ কোন কোন কঠিন পদার্থের দানা দেখিতে খুব সুন্দর, প্রায় স্ফটিকের মত। মিছরী বা ফটকিরির দানাগুলি সুস্পষ্ট রেখায় গঠিত এবং দানার পিঠগুলি যেমন মসৃণ, তেমনি সমতল। এরূপ দানাদার পদার্থকে বলা



বিভিন্ন আকারের স্ফটিক

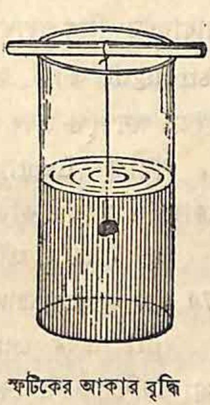
হয় **স্ফটিক** বা **কেলাস** এবং ইহাদের আকৃতিকে বলা হয় **স্ফটিকাকার** (crystalline)। লবণ, চিনি, তুঁতে, নিশাদল, ফটকিরি ইত্যাদি দেখিতে স্ফটিকাকার। কোন কোন স্ফটিক দেখিতে পিরামিডের মত কোনটি ত্রি-শিরা কাচের মত, কোনটি চার কোণাকার ইত্যাদি।

অনেক পদার্থের আবার কোন আকার থাকে না। যেমন—চুন ও কাচ; এই সব পদার্থকে বলা হয় **অনিয়তাকার** (amorphous)।

3. **স্ফটিকীকরণ পদ্ধতির সূত্র বা নীতি ঃ** যে-সব পদার্থ জলে দ্রবীভূত হয় তাহাদের স্ফটিক সহজেই তৈরী করা যায়। **যে কঠিন পদার্থের স্ফটিক তৈরী করা প্রয়োজন উচ্চতাপে সেই পদার্থের অতি ঘন জলীয় দ্রবণ তৈরী**

করিয়া সেই দ্রবণকে ঠাণ্ডা করিলেই অতিরিক্ত কঠিন পদার্থ স্ফটিকরূপে বিচ্ছিন্ন হইয়া পাত্রের তলায় পড়িয়া যায়। এরূপভাবে স্ফটিক তৈরী করার পদ্ধতিকে বলা হয় **আংশিক স্ফটিকীকরণ** (fractional crystalisation) বা **কেলাসন**। এইভাবে তুঁতে, লবণ, চিনি বা ফটকিরির স্ফটিক তৈরী করা যায় এবং দ্রবণে আংশিক পরিমাণ দ্রাব থাকিয়া যায়।

4. **প্রথম পরীক্ষা :** একটি বড় বীকারে জল লইয়া উহার মধ্যে তুঁতে তথা কপার সালফেট বা পটাশিয়াম নাইট্রেট ঢাল। এখন জলীয় দ্রবণটি উত্তপ্ত করিয়া ফুটাও এবং কাঁচের শলার সাহায্যে দ্রবণটি নাড়িতে থাক, যতক্ষণ পর্যন্ত উত্তপ্ত জলভরা বীকারের নীচে কঠিন পদার্থ তলাইয়া না পড়িবে ততক্ষণ পর্যন্ত জলের মধ্যে কপার সালফেট বা পটাসিয়াম নাইট্রেট মিশাও। তারপর উত্তপ্ত অবস্থায় দ্রবণটিকে ফিলটার কাগজে ছাকিয়া লও এবং দ্রবণ দীপের সাহায্যে বেশ উত্তপ্ত কর এবং দ্রবণের জলীয় অংশ বাষ্পায়িত করিয়া দ্রবণটি বেশ ঘন কর। তারপর ঘন দ্রবণটি বীকারের মধ্যে স্থির ভাবে ঠাণ্ডায় রাখিয়া দাও। একদিন পরে বীকারের তরল ঢালিয়া ফেলিয়া কপার সালফেট বা পটাসিয়াম নাইট্রেটের স্ফটিকগুলি ব্লটিং কাগজে মুছিয়া শুকাইয়া লও। স্ফটিকগুলি দেখিতে হইবে সুন্দর ও সুস্পষ্ট আকারের। দ্রবণে কিছু পরিমাণ কপার সালফেট বা পটাসিয়াম নাইট্রেট থাকিয়া যায়।



স্ফটিকের আকার বৃদ্ধি

5. **দ্বিতীয় পরীক্ষা : স্ফটিকের আকার বৃদ্ধি :** একটি পাত্রে তুঁতের তথা কপার সালফেটের পরিস্রুত দ্রবণ তৈরী কর এবং সেই দ্রবণ জ্বাল দিয়া বেশ ঘন কর। এই দ্রবণের মধ্যে একটি কপার সালফেটের স্ফটিক সূতা দিয়া বাঁধিয়া ধারকের সাহায্যে ঝুলাইয়া দাও ; দ্রবণ ঠাণ্ডা হইলে দেখিবে দ্রবণের কপার সালফেট ঝুলন্ত স্ফটিকের গায়ে জমিয়া উঠিয়াছে এবং তাহার ফলে তুঁতের স্ফটিকটির আকার বাড়িয়া গিয়াছে। এই ভাবে মিছরি বা ফটকিরির স্ফটিকও আকারে বড় করা যায়।

বিঃ দ্রঃ উপরিলিখিত পদ্ধতিতে যে কোন দ্রবণীয় লবণে (KNO_3, $MgSO_4$, KCl, Na_2SO_4 ইত্যাদি) কেলাস গঠন করা হয়।

মিশ্র দ্রবণ হইতে দ্রাবের পৃথকীকরণ (Separation of solutes from mixed solutions) :

100 ml. জলে যে তাপমাত্রায় যে পরিমাণে কোন কঠিন পদার্থ দ্রবীভূত করিয়া সম্পৃক্ত দ্রবণ তৈরী করা সম্ভব হয় সেই পরিমাণকে উক্ত তাপমাত্রায় জলে সেই

পদার্থের **দ্রবণীয়তা** বলা হয়। বিভিন্ন কঠিন পদার্থের দ্রবণীয়তা বিভিন্ন তাপমাত্রায় বিভিন্ন। যথা—

লবণ (salt)	**0°C**	**15°C**	**100°C**
সাধারণ লবণ (NaCl)	35·7	35·9	39·0
সোডিয়াম নাইট্রেট ($NaNO_3$)	73·0	85·0	178·0
ম্যাগনেসিয়াম সালফেট ($MgSO_4$)	29·0	32·5	74·0

পদ্ধতি (Process) : জলে দ্রবণীয় কোন দুইটি পদার্থের উত্তপ্ত মিশ্র-দ্রবণ শীতল করিলে যে পদার্থের দ্রবণীয়তা কম সেই পদার্থ আগে কেলাস বা ক্রিষ্টালের আকারে মিশ্র-দ্রবণ হইতে অধঃক্ষিপ্ত হয়। উচ্চ তাপমাত্রায় প্রস্তুত সোডিয়াম ক্লোরাইড (NaCl) এবং সোডিয়াম নাইট্রেটের ($NaNO_3$) মিশ্র-দ্রবণ শীতল করিলে কম দ্রবণীয়তার সোডিয়াম ক্লোরাইড গবেষণাগারে স্বাভাবিক তাপমাত্রায় আগে কেলাসাকারে অধঃক্ষিপ্ত হয়। পক্ষান্তরে, সোডিয়াম নাইট্রেট জলে দ্রবীভূত অবস্থায় থাকে। এরূপ পদ্ধতিতে সোডিয়াম ক্লোরাইড অধঃক্ষিপ্ত করিয়া সোডিয়াম নাইট্রেট হইতে পৃথক করা যায়। কিন্তু এরূপ পদ্ধতি অর্থাৎ আংশিক স্ফটিকীকরণে (fractional crystalisation) সাধারণত মিশ্র পদার্থ সম্পূর্ণরূপে পৃথক করা সম্ভব হয় না। যদি দ্রবণের শক্তি (strength) একটি অসম্পৃক্ত এবং অন্যটি সম্পৃক্ত দ্রবণরূপে তৈরী করা হয়, তাহা হইতে অসম্পৃক্ত দ্রবণ হইতে সম্পৃক্ত দ্রবণের দ্রাব সম্পূর্ণরূপে পৃথক করা যায়।

পরীক্ষা (Expt.) : (i) 100°C তাপমাত্রায় 100 ml. জলে 10 গ্রাম সোডিয়াম ক্লোরাইড মিশ্রিত করিয়া 10% দ্রবণ তৈরী কর।

(ii) 100°C তাপমাত্রায় 100 ml. জলে 178 গ্রাম সোডিয়াম নাইট্রেট অথবা 74 গ্রাম ম্যাগনেসিয়াম সালফেটের সম্পৃক্ত দ্রবণ তৈরী কর।

(iii) এখন সোডিয়াম ক্লোরাইড দ্রবণের সঙ্গে সোডিয়াম নাইট্রেট অথবা ম্যাগনেসিয়াম সালফেট দ্রবণ একটি বীকারের মধ্যে মিশ্রিত এবং উত্তপ্ত করিয়া ফুটাও। এই উত্তপ্ত মিশ্র-দ্রবণ-পূর্ণ বীকারের গায়ে জল-ধারা দিয়া শীতল কর। মিশ্র-দ্রবণ গবেষণাগারের স্বাভাবিক তাপমাত্রায় শীতল হইলে সোডিয়াম ক্লোরাইড বা ম্যাগনেসিয়াম সালফেট কেলাসাকারে অধঃক্ষিপ্ত হইবে।

(iv) ফানেল স্থাপিত ফিল্টার কাগজের সাহায্যে সোডিয়াম ক্লোরাইড বা ম্যাগনেসিয়াম সালফেটের অধঃক্ষিপ্ত কেলাস পরিস্রুত অল্প পাতিত জলে এই অধঃক্ষেপ ধৌত কর।

(v) অধঃক্ষিপ্ত সোডিয়াম ক্লোরাইড অথবা ম্যাগনেসিয়াম সালফেট পুনরায় স্বল্প পাতিত জলে দ্রবীভূত ও উত্তপ্ত করিয়া এবং শীতল করিয়া সোডিয়াম

ক্লোরাইড বা ম্যাগনেসিয়াম সালফেটের কেলাস অধঃক্ষিপ্ত কর। এই অধঃক্ষেপ পাতিত জলে ধৌত করিয়া ব্লটিং পেপারের সাহায্যে অধঃক্ষিপ্ত কেলাস মুছিয়া শুষ্ক করিয়া পৃথক করিয়া লও।

এইভাবে সোডিয়াম ক্লোরাইড দ্রবণ হইতে সোডিয়াম নাইট্রেট বা ম্যাগনেসিয়াম সালফেট পৃথক করা যায়।

বিশেষ দ্রষ্টব্য : উল্লিখিত আংশিক কেলাসন পদ্ধতিতে সম্পূর্ণ মাত্রায় সোডিয়াম ক্লোরাইড বা ম্যাগনেসিয়াম সালফেট পৃথক করিয়া সংগ্রহ করা সম্ভব হয় না।

---

5 কার্বন ডাই-অক্সাইড

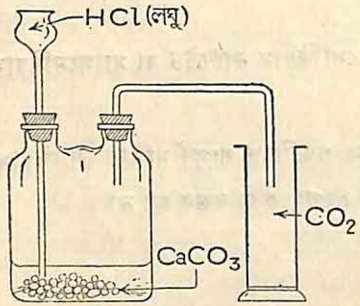
(Carbon Dioxide)

1. **সাধারণ পরিচয় :** 10,000 ভাগ বায়ুতে 3 ভাগ মুক্ত কার্বন ডাই-অক্সাইড থাকে। জীবজন্তুর নিঃশ্বাসের সঙ্গে এই গ্যাসটি নির্গত হয়। যে-কোন জীবজন্তুর দেহ বা উদ্ভিদ তথা জৈব পদার্থ পোড়াইলে কার্বন ডাই-অক্সাইড পাওয়া যায়। চিনি, সুরা ইত্যাদি গাঁজাইলেও এই গ্যাসটি তৈরী হয়। চুনাপাথর, মার্বেল, চক জাতীয় পদার্থ ক্যালসিয়াম কার্বনেট ($CaCO_3$) পোড়াইলে কার্বন ডাই-অক্সাইড নির্গত হয়। ইহা একটি বর্ণহীন গ্যাস, জলে স্বল্প দ্রবণীয় এবং বায়ুর চেয়ে দেড়গুণ ভারী। ইহা স্বাদে অম্ল। ইহার সংকেত CO_2 ; আণবিক ওজন : $12+2\times16=44$.

2. **যন্ত্রাদি** (Apparatus) **:** উল্ফ বোতল, গ্যাসজার ও ঢাকনি, নির্গম নল এবং দীর্ঘ-নল ফানেল।

3. **রাসায়নিক উপকরণ** (Necessary chemicals) **:** চুনাপাথর বা মার্বেল (Calcium carbonate, $CaCO_3$), হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড (HCl), চুন-জল বা ক্যালসিয়াম হাইড্রক্সাইড [$Ca(OH)_2$], ম্যাগনেসিয়াম-ফিতা ও লিটমাস-কাগজ।

4. **রসায়নাগারে প্রস্তুতি-পদ্ধতি** (Laboratory process of Preparation) : চুনা-পাথর, মার্বেল, চক ইত্যাদি পদার্থগুলি কার্বন ডাই-অক্সাইড (CO_2) ও ক্যালসিয়াম অক্সাইডের (CaO) যৌগ পদার্থ যাহাদের রাসায়নিক নাম **ক্যালসিয়াম কার্বনেট**। এইরূপ ক্যালসিয়াম কার্বনেটের সংকেত—$CaCO_3$; তাই মার্বেল, চুনাপাথর বা চকের মধ্যে যে কোন অজৈব অ্যাসিড [HCl বা H_2SO_4] মিশাইলে কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্যাস নির্গত হয়।



কার্বন ডাই-অক্সাইড প্রস্তুতি

5. **পরীক্ষা** (Expt) : একটি উল্‌ফ-বোতল লও এবং বোতলের মুখ দুইটিতে একটি দীর্ঘ-নল ফানেল ও একটি নির্গম নল ফিট কর। দীর্ঘ-নল ফানেলের নলটি যেন বোতলের প্রায় তলা পর্যন্ত প্রবেশ করে। বোতলে কিছু জল ও **মার্বেল পাথরের কুচি** লও। ফানেলের ভিতর দিয়া বোতলের মধ্যে **লঘু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড** (dilute HCl) ঢাল। অ্যাসিডের মার্বেলের সংস্পর্শের ফলে সঙ্গে সঙ্গে ভুর ভুর করিয়া গ্যাস নির্গত হইতে আরম্ভ করিবে। **কার্বন-ডাই-অক্সাইড বায়ু হইতে দেড়গুণ ভারী।** সুতরাং **গ্যাসজারের বায়ু উর্ধ্বমুখে সরাইয়া কয়েক জার গ্যাস সংগ্রহ কর।** [অতিরিক্ত কার্বন ডাই-অক্সাইডের প্রয়োজন হইলে কীপ-যন্ত্রে তৈরী করা যায়। কীপযন্ত্রের মাঝখানের গোলকে মার্বেল পাথর এবং প্রথম ও তৃতীয় গোলকে লঘু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড রাখা হয়। অন্য বিবরণ একই রূপ।]

বিক্রিয়া (Reaction) : বিক্রিয়াটি ঘটে এইভাবে :

$$2HCl + CaCO_3 = CO_2 + H_2O + CaCl_2$$

6. **সতর্কতা** (Precaution) : সালফিউরিক অ্যাসিড ঢালিয়া কার্বন ডাই-অক্সাইড (CO_2) গ্যাস তৈরী করা যায়। কিন্তু মার্বেলের সঙ্গে বিক্রিয়ায় ক্যালসিয়াম সালফেট ($CaSO_4$) নামে একটি লবণ তৈরী হয়। এই লবণটি স্বল্প দ্রবণীয় এবং তৈরী হওয়ার সঙ্গে সঙ্গে মার্বেলের উপর কঠিন আস্তরণ রূপে জমিয়া থাকে। এরূপ অবস্থায় সালফিউরিক অ্যাসিড ও মার্বেলের মধ্যে সংযোগের অভাব ঘটে এবং গ্যাস উৎপাদনের বিক্রিয়াটি বন্ধ হইয়া যায়। [$H_2SO_4 + CaCO_3 = CaSO_4\downarrow + H_2O + CO_2$] তাই, হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড ব্যবহার করা হয়।

7. **কার্বন ডাই-অক্সাইডের ধর্ম** (Properties) :

পরীক্ষা (Experiment)	পর্যবেক্ষণ (Observation)	সিদ্ধান্ত (Inference)
1. কার্বন ডাই-অক্সাইড (CO_2) ভরা গ্যাসজারে একটি জ্বলন্ত পাটকাঠি ধর।	পাটকাঠি নিবিয়া যায়।	কার্বন ডাই-অক্সাইড **দাহক বা দহনশীল গ্যাস নয়।**
2. একটি জ্বলন্ত ম্যাগনেসিয়াম ফিতা কার্বন ডাইঅক্সাইডে-ভরা গ্যাসজারের মধ্যে ধর। উহার মধ্যে পরে লঘু HCl ঢাল ও জারটি ঝাঁকাও।	প্রথমে ম্যাগনেসিয়াম ফিতা প্রদীপ্ত শিখায় জ্বলিয়া উঠে। HCl-তরলের উপরের কালো কার্বন কণা ভাসিয়া ওঠে।	ম্যাগনেসিয়ামের সঙ্গে কার্বন ডাই-অক্সাইডের বিক্রিয়ায় ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড ও কার্বন গঠিত হয়। যথা : $2Mg+CO_2$ $=2MgO+C$, এই কার্বন অ্যাসিডের উপরে ভাসিয়া উঠে, কিন্তু ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড দ্রবীভূত হইয়া যায়।
3. কার্বন ডাই-অক্সাইড-ভরা গ্যাসজারে কিছু স্বচ্ছ চুন জল ঢাল।	(i) প্রথমে চুনজল ঘোলা হইয়া যায়।	চুনজল ও কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্যাসের বিক্রিয়ায় প্রথমে অদ্রবণীয় ঘোলা ক্যালসিয়াম কার্বনেট গঠিত হয়। [$CO_2+Ca(OH)_2$ $=CaCO_3+H_2O$]

পরীক্ষা (Experiment)	পর্যবেক্ষণ (Observation)	সিদ্ধান্ত (Inference)
উদ্ভূত বোতল হইতে নির্গম-নলের মাধ্যমে ঘোলা চুন জলে আরও কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্যাস চালাও।	(ii) এই ঘোলা চুনজল অতিরিক্ত কার্বন ডাই-অক্সাইডের সংযোগে স্বচ্ছ হইয়া যায়।	অতিরিক্ত কার্বন ডাই-অক্সাইড দ্বিতীয় পর্যায়ে জলে দ্রবণীয় ক্যালসিয়াম বাই-কার্বনেট গঠন করে। [$CaCO_3+H_2O+CO_2=Ca(HCO_3)_2$]
4. কার্বন ডাই-অক্সাইড ভরা গ্যাসজারের মধ্যে একটি সিক্ত নীল লিটমাস কাগজ ফেলিয়া দাও।	সিক্ত নীল লিটমাস কাগজ লাল আভাযুক্ত বর্ণে রূপান্তরিত হয়।	কার্বন ডাই-অক্সাইড **অ্যাসিড-ধর্মী** (acidic) গ্যাস।
5. কার্বন ডাই-অক্সাইড ভরা গ্যাসজার উপুড় করিয়া জলে বসাও।	জারের মধ্যে স্বল্প-পরিমাণে জল প্রবেশ করে।	কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্যাস **জলে সামান্য দ্রবণীয়**।
6. কার্বন ডাই-অক্সাইড ভরা গ্যাসজারে কিছু কষ্টিক পটাস দ্রবণ(KOH) ঢাল এবং জারটি মুখ বন্ধ করিয়া ঝাঁকাও। জারটি উপুড় করিয়া জলের মধ্যে ধর।	সমস্ত জার জলে ভরিয়া যায়।	কার্বন ডাই-অক্সাইড ও কষ্টিক পটাসের বিক্রিয়ায় পটাসিয়াম কার্বনেট গঠিত হয়। ইহা দ্রবণীয়। $CO_2+2KOH=K_2CO_3+H_2O$
7. একটি কার্বন ডাই-অক্সাইড-ভরা জার অপর একটি খালি গ্যাসজারের উপর বসাইয়া দাও এবং ঢাকনী সরাইয়া লও। কিছুক্ষণ পরে নীচের জারে চুনজল ঢাল।	নীচের জারে চুন-জল ঘোলা হইয়া যায়।	কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্যাস **বায়ুর চেয়ে ভারী**। তাই উপরের জারের ভারী গ্যাস নীচের খালি জারে জমা হয় এবং ইহা চুন জল ঘোলা করিয়া দেয়।

6

হাইড্রোজেন সালফাইড
(Hydrogen Sulphide)

1. **পরিচয়ঃ** হাইড্রোজেন সালফাইড বা **সালফিউরেটেড হাইড্রোজেন** একটি বর্ণহীন গ্যাস। এই গ্যাসের মধ্যে পচা ডিমের দুর্গন্ধ পাওয়া যায়। ইহা ঠাণ্ডা জলে স্বল্প দ্রবণীয়, কিন্তু গরমজলে অদ্রবণীয়। তাই গরম জল অপসারণ করিয়া এই গ্যাস সংগ্রহ করা যায়। এই গ্যাসের জলীয় দ্রবণও দুর্গন্ধময় এবং উত্তপ্ত করিলে দ্রবণ হইতে গ্যাস নির্গত হইয়া যায়। ইহা বায়ুর চেয়ে ভারী এবং ইহাকে চাপ ও শৈত্যে তরল করা যায়। এই গ্যাস বিষাক্ত। ইহাতে অতিরিক্ত শ্বাস গ্রহণে মাথা ধরে। ইহার সংকেত—H_2S, আণবিক ওজন : $2+32=34$.

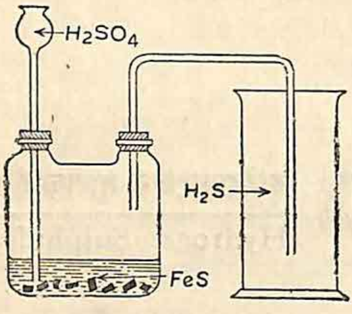
2. **যন্ত্রাদি** (Apparatus) : উলফ্ বোতল, দীর্ঘনল ফানেল, কীপযন্ত্র, নির্গমনল পরীক্ষা নল ও গ্যাসজার।

3. **রাসায়নিক উপকরণ** (Necessary chemicals) : কঠিন ফেরাস সালফাইড (FeS), লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড (H_2SO_4) এবং কপার সালফেট দ্রবণ ($CuSO_4$), মার্কিউরিক ক্লোরাইড দ্রবণ ($HgCl_2$), জিংক সালফেট দ্রবণ ($ZnSO_4$), অ্যান্টিমনী ক্লোরাইড দ্রবণ ($SbCl_3$) এবং আরসেনিক ক্লোরাইড দ্রবণ ($AsCl_3$), ম্যাঙ্গানাস সালফেট দ্রবণ ($MnSO_4$) ও নিকেল সালফেট দ্রবণ ($NiSO_4$)।

4. **রসায়নাগারে প্রস্তুত পদ্ধতি** (Laboratory method of preparation) : ধাতুর সালফাইডের সঙ্গে লঘু খনিজ অ্যাসিডের বিক্রিয়া ঘটাইয়া সহজেই হাইড্রোজেন সালফাইড (H_2S) তৈরী করা যায়। ফেরাস সালফাইডের (FeS) সঙ্গে লঘু সালফিউরিক অ্যাসিডের বিক্রিয়ায় স্বাভাবিক তাপমাত্রাতেই হাইড্রোজেন সালফাইড তথা সালফিউরেটেড হাইড্রোজেন গ্যাস তৈরী হয়। $FeS+H_2SO_4=H_2S+FeSO_4$ (ফেরাস সালফেট)।

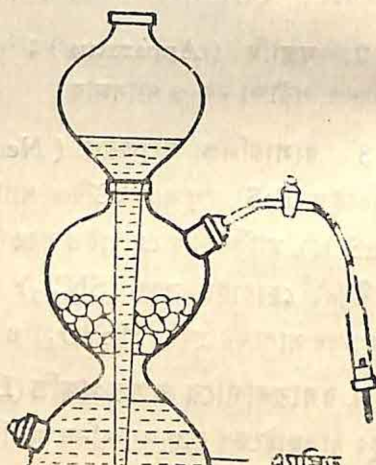
5. **পরীক্ষা** (Expt.) : দীর্ঘনল ফানেল ও নির্গম-নল ফিট করা একটি উলফ্ বোতল লও। নির্গম-নলের মাথাটি একটি চিৎ-করা গ্যাসজারের মধ্যে রাখ। উলফ্

বোতলের মধ্যে কিছু ফেরাস সালফাইড দানা লও এবং তাহার মধ্যে দীর্ঘনলের মাধ্যমে লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড ঢাল। লক্ষ্য রাখ যে দীর্ঘনলটির নীচের মুখ যেন অ্যাসিডের মধ্যে ডুবান থাকে, অর্থাৎ বোতলের তলা প্রায় স্পর্শ করে। অ্যাসিড ও সালফাইডের বিক্রিয়ায় হাইড্রোজেন সালফাইড গ্যাস উৎপন্ন হইবে। যেহেতু এই গ্যাসটি বায়ু অপেক্ষা ভারী তাই গ্যাসজারের বায়ু ঊর্ধ্বমুখে সরাইয়া হাইড্রোজেন সালফাইড গ্যাস সংগ্রহ করা যায়। গ্যাসের দুর্গন্ধেই ইহার অস্তিত্ব প্রমাণিত হয়।



হাইড্রোজেন সালফাইড প্রস্তুতি

6. **কিপ-যন্ত্রে প্রস্তুতি** (Preparation in Kipp's Apparatus) : রসায়নাগারের কাজে সর্বদা হাইড্রোজেন সালফাইড গ্যাসটির প্রয়োজন হয়। তাই প্রয়োজনের সঙ্গে সঙ্গেই এই গ্যাসটি তৈরী করা বা গ্যাস উৎপাদন বন্ধ রাখার উদ্দেশ্যে সদা-প্রস্তুতির জন্য রসায়নাগারে হাইড্রোজেন সালফাইড সাধারণত **কিপ-যন্ত্রে** তৈরী করা হয়। **কিপ-যন্ত্রের** মাঝখানের গোলকে ভরা থাকে কঠিন ফেরাস সালফাইড (FeS) কুচি। প্রথম গোলকের ভিতর দিয়া লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড ঢালিলে তলার তৃতীয় গোলক এই অ্যাসিডে পূর্ণ হইয়া ইহা মধ্যম গোলকে প্রবেশ করে। এই গোলকে অ্যাসিড ও ফেরাস সালফাইডের সংযোগে সালফিউরেটেড হাইড্রোজেন গ্যাস তৈরী হয় ও নির্গম-নল দিয়া বাহির হইয়া যায়। নির্গম-নল বন্ধ করিয়া দিলে মধ্যম গোলকে যে গ্যাস জমা হয় তাহার চাপে গোলকের অ্যাসিড নীচের গোলকে পড়িয়া যায় এবং প্রথম গোলকের দীর্ঘনলের ভিতর দিয়া উপরে উঠিয়া অ্যাসিড প্রথম গোলকে সঞ্চিত হয় এবং মধ্যম গোলকে



কিপ-যন্ত্র (H_2S) প্রস্তুতি

গ্যাস ভরা থাকে। নির্গম-নল খুলিয়া দিলে এই গ্যাস বাহির হইয়া যায় এবং প্রথম ও তৃতীয় গোলক হইতে অ্যাসিড মধ্যম গোলকে প্রবেশ করে ও পুনরায় গ্যাস উৎপাদন স্থরু হয়। এইভাবে কিপ-যন্ত্রের গ্যাস-নির্গমের ছিপি খুলিয়া ও বন্ধ করিয়া প্রয়োজনমত হাইড্রোজেন সালফাইড গ্যাস তৈরী করিয়া সন্থ ব্যবহার করা যায়।

বিভিন্ন লবণের উপর হাইড্রোজেন সালফাইডের বিক্রিয়া
(Action of Hydrogen sulphide on solutions of salts)

বিভিন্ন ধাতুর সালফাইড লবণের মধ্যে কতকগুলি বৈশিষ্ট্য দেখা যায় (i) এক একটি ধাতব সালফাইডের এক একটি বিশিষ্ট বর্ণ। (ii) কোন কোন সালফাইড জলে অ্যাসিডে ও ক্ষারে সমভাবে দ্রবণীয়। (iii) কোনটি শুধু লঘু বা ঘন অ্যাসিডে দ্রবণীয়। (iv) আবার কোনটি শুধু ক্ষারে দ্রবণীয়। সালফাইড লবণের এরূপ ভৌতিক ও রাসায়নিক ধর্ম-বৈষম্যের স্থযোগ গ্রহণ করিয়া **সালফিউরেটেড হাইড্রোজেন কয়েকটি ধাতব মৌলিক পদার্থকে সনাক্ত করার জন্য রাসায়নিক বিশ্লেষণ পদ্ধতিতে ব্যবহার করা হয়।** অজ্ঞাত লবণ সনাক্ত করার বিশ্লেষণ পদ্ধতিতে ইহা এক অপরিহার্য বিকারক (reagent)।

(ক) **মার্কারী** (পারদ), **কপার** (তামা) এবং **লেডের** (সীসার) **সালফাইড** (HgS, CuS, PbS) **লঘু অ্যাসিডের মধ্যে অদ্রবণীয়।** তাই, এই সমস্ত ধাতুর সালফাইড লবণ অধঃক্ষিপ্ত হইবে। যদি এই **সালফাইডের বর্ণ প্রথমে সাদা, পরে হলুদ, তারপরে বাদামী এবং শেষ পর্যন্ত কালো দেখায় তবে বুঝিতে হইবে ইহা পারদ তথা মার্কারীর সালফাইড।** যদি একেবারেই **কালো সালফাইড** অধঃক্ষিপ্ত হয় তবে বুঝিতে হইবে **কপার বা লেড সালফাইড।**

(খ) জিংক **সালফাইড এবং** ম্যাঙ্গানিজ **ও নিকেল সালফাইড ক্ষারে অদ্রবণীয়।** তাই এরূপ লবণের দ্রবণে ক্ষার মিশাইয়া যদি তার মধ্যে এই গ্যাস (H_2S) চালানো যায় তবে **সাদা জিংক সালফাইড, বাদামী** (buff) **বর্ণের ম্যাঙ্গানীজ সালফাইড বা কালো বর্ণের নিকেল সালফাইড** অধঃক্ষিপ্ত হইবে।

(গ) **সোডিয়াম বা পটাসিয়াম সালফাইড, জল, অ্যাসিড বা ক্ষারে সমভাবে দ্রবণীয়।** তাই এই গ্যাস (H_2S) চালাইয়া ইহাদের দ্রবণীয় যৌগ হইতে সালফাইড অধঃক্ষিপ্ত করা সম্ভব নয়।

বিভিন্ন ধাতুর সালফাইডের অধঃক্ষেপের রং দেখিয়া এবং অ্যাসিড ও ক্ষারে ইহাদের

দ্রবণীয়তার সুযোগ গ্রহণ করিয়া অজ্ঞাত অধঃক্ষেপটি কোন মৌলিক পদার্থের যৌগ তাহা সনাক্ত করা যায়। ধাতব মৌলিক পদার্থের সনাক্তকরণ পদ্ধতিতে এই দুর্গন্ধময় হাইড্রোজেন সালফাইড গ্যাসটি রসায়নাগারে একটি অতি আবশ্যকীয় ও অমূল্য রাসায়নিক বিকারক (reagent)-রূপে গণ্য করা হয়।

হাইড্রোজেন সালফাইডের ধর্ম (properties)

পরীক্ষা (Experiment)	পর্যবেক্ষণ (Observation)	সিদ্ধান্ত (Inference)
1. পরীক্ষা-নলে কপার সালফেট দ্রবণ লও। তার মধ্যে অল্প লঘু HCl ঢাল। এইবার অ্যাসিড-মিশ্রিত দ্রবণে এই গ্যাস (H_2S) চালাও।	কালো অধঃক্ষেপ পড়ে।	এই অধঃক্ষেপ **কপার সালফাইড।** ইহা **অ্যাসিডে অদ্রবণীয়** এবং **কালো।** $CuSO_4 + H_2S = CuS\downarrow + H_2SO_4$
2. মার্কিউরিক ক্লোরাইড ($HgCl_2$) দ্রবণে লঘু HCl মিশাও এবং অ্যাসিড-মিশ্রিত দ্রবণে এই গ্যাস (H_2S) চালাও।	পর পর সাদা, হলুদ ও বাদামী এবং শেষে অধঃক্ষেপ কালো বর্ণে পরিণত হয়।	**কালো** বর্ণের অধঃক্ষেপ **মার্কিউরিক সালফাইড।** $HgCl_2 + H_2S = HgS\downarrow + 2HCl$
3. (i) জিংক সালফেট দ্রবণে লঘু HCl মিশাও এবং দ্রবণের মধ্যে এই গ্যাস (H_2S) চালাও।	(i) কোন অধঃক্ষেপ পড়ে না।	(i) **জিংক সালফাইড অ্যাসিডে দ্রবণীয়।** তাই অধঃক্ষেপ পড়ে না।
(ii) জিংক সালফেট দ্রবণে ক্ষার (NH_4OH) মিশাও এবং তার মধ্যে এই গ্যাস (H_2S) চলাও।	(ii) সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে।	(ii) **সাদা** অধঃক্ষেপ জিংক **সালফাইড।** ইহা ক্ষারে অদ্রবণীয়। $ZnSO_4 + H_2S = ZnS + H_2SO_4$

7

অ্যামোনিয়া
(Ammonia)

1. **পরিচয়** : মল ও মূত্রাগার এবং গোশালা ও আস্তাবলের কাছ দিয়া যাওয়ার সময় অনেক ক্ষেত্রে এক-রকম ঝাঁঝালো গ্যাস নাকে আসে। এই গ্যাসটিই অ্যামোনিয়া। মল, মূত্র এবং পচা উদ্ভিদ্ ও জীবদেহে রাসায়নিক বিক্রিয়ার ফলে অ্যামোনিয়া তৈরী হয়। ইহার সংকেত—NH_3 এবং আণবিক ওজন $14+3=17$.

2. **যন্ত্রাদি** (Apparatus) : শক্ত কাচের তৈরী একটি বড় পরীক্ষা নল, নির্গম-নল, কয়েকটি গ্যাসজার ও ঢাকনি (কাচের চাকতি), ধারক ও বলয়, বুনসেন দীপ।

3. **প্রয়োজনীয় রাসায়নিক উপকরণ** (Necessary chemicals) : কঠিন অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড (NH_4Cl), কলিচুন বা ক্যালসিয়াম হাইড্রক্সাইড [$Ca(OH)_2$], হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড (HCl), লিটমাস কাগজ এবং সিলভার নাইট্রেট দ্রবণ ($AgNO_3$), কপার সালফেট দ্রবণ ($CuSO_4$), ফেরাস সালফেট দ্রবণ ($FeSO_4$), মারকিউরিক ক্লোরাইড দ্রবণ ($HgCl_2$), কঠিন মারকিউরাস ক্লোরাইড (Hg_2Cl_2) ও অ্যালুমিনিয়াম সালফেট [$Al_2(SO_4)_3$] দ্রবণ এবং অ্যামোনিয়াম হাইড্রক্সাইড (NH_4OH)।

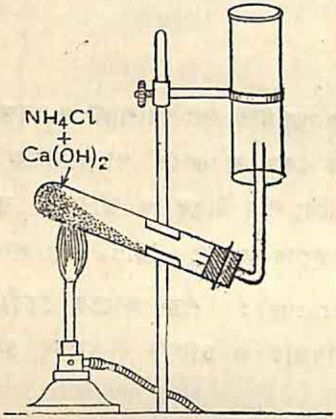
4. **রসায়নাগারে প্রস্তুত-পদ্ধতি** (Laboratory method of preparation) : রসায়নাগারে অ্যামোনিয়া প্রস্তুত করা হয় **নিশাদল** ও **কলিচুন** অর্থাৎ **অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইডের** (NH_4Cl) এবং **ক্যালসিয়াম হাইড্রক্সাইড** [$Ca(OH)$] এর মিশ্রণ উত্তপ্ত করিয়া।

বিক্রিয়া (Reactions) : অ্যামোনিয়া উৎপাদনে রাসায়নিক বিক্রিয়া :

$$2NH_4Cl + Ca(OH)_2 = 2NH_3 + 2H_2O + CaCl_2$$

5. **পরীক্ষা** (Expt.) : কিছু অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইডের (NH_4Cl) সঙ্গে উহার দ্বিগুণ ওজনের শুষ্ক কলিচুন [$Ca(OH)_2$] মিশাও। এই মিশ্রণ একটি শক্ত পরীক্ষা নলের মধ্যে লও। পরীক্ষা-নলের মুখে একটি ছিপির মাধ্যমে নির্গম-নল লাগাও এবং

ধারক ও বলয়ের সাহায্যের একটি গ্যাসজার নির্গম নলের মুখে উপুড় করিয়া বসাইয়া দাও। এখন ধীরে ধীরে পরীক্ষা-নল উত্তপ্ত করিলে অ্যামোনিয়া উৎপন্ন হইবে এবং উহা নির্গম-নলের মাধ্যমের গ্যাসজারে ঢুকিয়া জমা হইবে। অ্যামোনিয়া গ্যাস বায়ুর চেয়ে হাল্‌কা। তাই বায়ু নীচে সরাইয়া গ্যাসজারে অ্যামোনিয়া গ্যাস সঞ্চিত হয়।



আমোনিয়া প্রস্তুতি

একটি জলে-ভিজা লাল লিটমাস কাগজ গ্যাসজারের মুখের কাছে আনিয়া ধর। লাল লিটমাস কাগজের বর্ণ যখন নীল হইয়া যায় তখন বুঝিতে হইবে যে জারটি অ্যামোনিয়া গ্যাসে ভরিয়া গিয়াছে। এই জারটির মুখ কাচের ঢাকনি বা চাকতি দিয়া ঢাকিয়া গ্যাস সংগ্রহ করিতে হয়। এইভাবে কয়েক জার অ্যামোনিয়া সংগ্রহ কর।

6. **অ্যামোনিয়ার ধর্ম** (Properties) :

পরীক্ষা (Experiment)	পর্যবেক্ষণ (Observation)	সিদ্ধান্ত (Inference)
1. অ্যামোনিয়া গ্যাস ভরা জারে জ্বলন্ত পাটকাঠি ধর।	পাটকাঠি নিভিয়া যায়।	অ্যামোনিয়া গ্যাস **দাহক** বা **দহনশীল** গ্যাস নয়।

পরীক্ষা (Experiment)	পর্যবেক্ষণ (Observation)	সিদ্ধান্ত (Inference)
2. (ক) একটি কাচের শলার মাথা হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডে সিক্ত করিয়া অ্যামোনিয়া গ্যাস ভরা জারের মধ্যে ধর।	শলার মাথায় সাদা ধোঁয়া সৃষ্টি হয়।	অ্যামোনিয়া ও হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের বিক্রিয়ায় অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড গঠিত হয়। $NH_3 + HCl = NH_4Cl$
(খ) একটি গ্যাসজারে কয়েক ফোঁটা হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড ঢালিয়া গ্যাস জারটি গড়াইয়া লও। অ্যামোনিয়া ভরা গ্যাসজারের মাথায় এই অ্যাসিড-মাখা জারটি বসাইয়া দাও এবং অ্যামোনিয়া জারের ঢাকনি সরাইয়া লও।	দুইটি গ্যাস জারই সাদা ধোঁয়ায় ভরিয়া যায়।	এই বিক্রিয়ায় অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড ধোঁয়া গঠিত হয়। $NH_3 + HCl = NH_4Cl$; অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড কঠিন কণাকারে গঠিত হয় বলিয়া দেখিতে ধোঁয়াটে হয়।
3. অ্যামোনিয়া গ্যাস-ভরা জারের উপরে একটি খালি গ্যাসজার বসাও এবং ঢাকনি সরাইয়া লও। কিছুক্ষণ পরে উপরের গ্যাসজারের মুখ ঢাকনি দিয়া বন্ধ কর। এই জারের মধ্যে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড সিক্ত একটি কাচের শলা ধর।	শলার মাথায় সাদা ধোঁয়ার সৃষ্টি হয়।	অ্যামোনিয়া গ্যাস **বায়ুর চেয়ে হাল্কা**। তাই উপরের খালি জার অ্যামোনিয়া গ্যাসে পূর্ণ হইয়া যায়। সেই গ্যাস শলার মাথায় সঞ্চিত হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের সঙ্গে বিক্রিয়ায় অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইডের ধোঁয়া সৃষ্টি করে।

পরীক্ষা (Experiment)	পর্যবেক্ষণ (Observation)	সিদ্ধান্ত (Inference)
4. একটি অ্যামোনিয়া গ্যাস-ভরা জার উপুড় করিয়া জলভরা পাত্রের উপর বসাও এবং জারের ঢাকনি সরাইয়া লও।	জারের মধ্যে জল প্রবেশ করিয়া সমস্ত জার জলে পূর্ণ হইয়া যায়।	অ্যামোনিয়া গ্যাস **জলে বিশেষ ভাবে দ্রবণীয়** (soluble)।
5. জলে সিক্ত করিয়া একটি লাল লিটমাস কাগজ অ্যামোনিয়া ভরা গ্যাসজারের মুখে ধর।	লিটমাস কাগজ নীল হইয়া যায়।	অ্যামোনিয়া **ক্ষার ধর্মী** (alkaline)।
6. একটি বীকারে জল রাখিয়া তার মধ্যে অ্যামোনিয়া গ্যাস প্রবাহ চালাও।	ইহাতে অ্যামোনিয়াম হাইড্রক্সাইড তৈরী হয়।	বিক্রিয়া ঘটে এইভাবে $NH_3 + H_2O = NH_4OH$
(i) একটি পরীক্ষা নলে কিছু সিলভার নাইট্রেট ($AgNO_3$) দ্রবণ লও এবং তাহার মধ্যে ধীরে ধীরে অ্যামোনিয়াম হাইড্রক্সাইড ঢাল।	(i) প্রথমে বাদামী অধঃক্ষেপ পড়ে। অতিরিক্ত অ্যামোনিয়াম হাইড্রক্সাইড দ্রবণে তাহা দ্রবীভূত হইয়া বর্ণহীন হইয়া যায়।	(i) প্রথমে বাদামী রঙের সিলভার অক্সাইড (Ag_2O) তৈরী হয়। এই অক্সাইড অতিরিক্ত অ্যামোনিয়াম হাইড্রক্সাইডে দ্রবীভূত হইয়া যায় এবং জটিল যৌগ গঠন করে। $[Ag(NH_3)_2]OH$
(ii) একটি পরীক্ষা নলে কপার সালফেট ($CuSO_4$) দ্রবণ লও এবং প্রথমে সামান্য পরে অতিরিক্ত অ্যামোনিয়াম হাইড্রক্সাইড (NH_4OH) ঢাল।	(ii) প্রথমে নীলাভ সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে। এই অধঃক্ষেপের মধ্যে অতিরিক্ত হাইড্রক্সাইড ঢালিলে ইহা দ্রবীভূত হইয়া স্বচ্ছ নীল দ্রবণে পরিণত হয়।	(ii) প্রথমে কপার হাইড্রক্সাইড $[Cu(OH)_2]$ অধঃক্ষেপ পড়ে। ইহা অতিরিক্ত NH_4OH দ্রবণে দ্রবীভুত হইয়া জটিল যৌগ গঠন করে। $[Cu(NH_3)_4]SO_4$

পরীক্ষা (Experiment)	পর্যবেক্ষণ (Observation)	সিদ্ধান্ত (Inference)
(iii) একটি পরীক্ষা-নলে ফেরিক ক্লোরাইড ($FeCl_3$) দ্রবণ লও এবং তাহার মধ্যে অতিরিক্ত অ্যামোনিয়াম হাইড্রক্সাইড ঢাল।	(iii) লাল আভাযুক্ত জেলির ন্যায় বাদামী অধঃক্ষেপ পড়ে। ইহা অতিরিক্ত NH_4OH-এ দ্রবীভূত হয় না।	(iii) অধঃক্ষেপ রূপে ফেরিক হাইড্রক্সাইড [$Fe(OH)_3$] তৈরী হয় ইহা NH_4OH দ্রবণে দ্রবীভূত হয় না।
(iv) একটি পরীক্ষা নলে কঠিন (solid) মারকিউরাস ক্লোরাইড (Hg_2Cl_2) লও এবং তার উপরে অ্যামোনিয়াম হাইড্রক্সাইড ঢাল।	(iv) কঠিন পদার্থ কালো হইয়া যাইবে।	(iv) এরূপ বিক্রিয়ায় মার্কারী বা পারদ বিচ্ছিন্ন হয় এবং কঠিন পদার্থ কালো বর্ণ ধারণ করে।
(v) মারকিউরিক ক্লোরাইড ($HgCl_2$) দ্রবণে অ্যামোনিয়াম হাইড্রক্সাইড (NH_4OH) ঢাল।	(v) সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে।	(v) একপ্রকার জটিল যৌগ [$Hg(NH_2)Cl$] গঠিত হয়।
(vi) অ্যালুমিনিয়াম সালফেট [$Al_2(SO_4)_3$] বা ফটকিরি দ্রবণে অ্যামোনিয়াম হাইড্রক্সাইড ঢাল।	(vi) সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে।	(vi) অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রক্সাইডের [$Al(OH)_3$] অধঃক্ষেপ তৈরী হয়।
(vii) একটি পরীক্ষা নলে জিংক সালফেট ($ZnSO_4$) দ্রবণ লও। এই দ্রবণে অ্যামোনিয়াম হাইড্রক্সাইড দ্রবণ মিশাও এবং উহার মধ্যে লঘু NH_4Cl মিশাও।	(vii) কোন অধঃক্ষেপ পড়ে না।	(vii) বিক্রিয়ায় প্রথমে জিংক হাইড্রক্সাইড অধঃক্ষেপ [$Zn(OH)_2$] পড়ে। কিন্তু NH_4Cl-এর উপস্থিতিতে $Zn(OH)_2$ অধঃক্ষেপ পড়ে না।

পরীক্ষা (Experiment)	পর্যবেক্ষণ (Observation)	সিদ্ধান্ত (Inference)
(viii) পরীক্ষা-নলে জিংক সালফেট দ্রবণ লও এবং ইহার মধ্যে লঘু কষ্টিক সোডা দ্রবণ মিশাও। এই ক্ষারীয় মিশ্রণে প্রথমে অল্প পরিমণে অ্যামোনিয়া দ্রবণ মিশাও এবং পরে অতিরিক্ত পরিমাণে অ্যামোনিয়া দ্রবণ ঢাল।	(viii) প্রথমে আঠালো (gelatinous) সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে এবং ইহা অতিরিক্ত অ্যামোনিয়া দ্রবণে দ্রবীভূত হইয়া যায়।	(viii) প্রথমে জিংক হাইড্রক্সাইড $[Zn(OH)_2]$ অধঃক্ষেপ পড়ে। এই জিংক হাইড্রক্সাইড অতিরিক্ত অ্যামোনিয়া দ্রবণের সঙ্গে বিক্রিয়ায় একটি জটিল যৌগ গঠন করে। ইহা দ্রবণীয় (soluble)। $[Zn(NH_3)_4](OH)_2$
(ix) একটি পরীক্ষা-নলে অ্যামোনিয়া দ্রবণ লও এবং এই দ্রবণে ফোঁটা ফোঁটা করিয়া **নেস্‌লার দ্রবণ*** (Nessler's solution) ফেল।	(ix) বাদামী বা হরিদ্রাভ বাদামী বর্ণের অধঃক্ষেপ পড়ে অথবা তরলে রূপান্তরিত হয়। অ্যামোনিয়ার পরিমাণ স্বল্প হইলে তরল বাদামী বা হরিদ্রাভ বাদামী বর্ণে রূপান্তরিত হয়। অ্যামোনিয়ার পরিমাণ বেশী হইলে অধঃক্ষেপ পড়ে।	(ix) নেসলার দ্রবণের সংযোগে অ্যামোনিয়া একটি অস্থায়ী যৌগ গঠন করে। **ইহা অ্যামোনিয়া সনাক্ত-করণের একটি বিশিষ্ট** (delicate) **পরীক্ষা।**

***নেস্‌লার দ্রবণ প্রস্তুত পদ্ধতি** (Nessler's solution) : 10 ml. জলে 10 গ্রাম **পটাসিয়াম আয়োডাইডের** (KI) একটি ঘন দ্রবণ তৈরী কর। অল্প পরিমাণে স্থায়ী অধঃক্ষেপ না-পড়া পর্যন্ত **মারকিউরিক ক্লোরাইডের** $(HgCl_2)$ সম্পৃক্ত দ্রবণের সঙ্গে এই পটাসিয়াম আয়োডাইড দ্রবণ মিশাও এবং এই মিশ্র দ্রবণে ঘন পটাসিয়াম হাইড্রক্সাইড তথা কষ্টিক পটাস দ্রবণ মিশাও। এই মিশ্র ক্ষারীয় দ্রবণ (alkaline solution) এক রাত্রি রাখিয়া দিয়া ফিলটার করিয়া লও। এই পরিশ্রুত দ্রবণই **নেস্‌লারের দ্রবণ**। ইহা পটাসিয়াম মারকিউরিক আয়োডাইড $[K_2HgI_4]$।

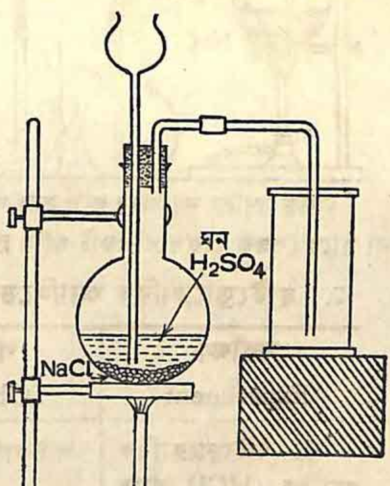
8 হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড
(Hydrochloric Acid)

1. **পরিচয়ঃ** হাইড্রোক্লোরিক বা হাইড্রোজেন ক্লোরাইড একটি অ্যাসিড এবং বর্ণহীন ঝাঁঝালো গ্যাস। চাপ ও হিমতায় এই গ্যাসটিকে প্রথমে তরল এবং পরে কঠিন পদার্থে পরিণত করা যায়। গ্যাসটি বায়ুর চেয়ে ভারী এবং জলে অতিমাত্রায় দ্রবণীয়। বাণিজ্যিক বা রসায়নাগারের ব্যবহার্য হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড হাইড্রোজেন ক্লোরাইড গ্যাসের জলীয় দ্রবণ। হাইড্রোজেন ক্লোরাইডের সংকেত **HCl** এবং আণবিক ওজন $1+35{\cdot}5=36{\cdot}5$।

2. **যন্ত্রাদি** (Apparatus)**:** একটি ফ্লাস্ক, দীর্ঘ-নল ফানেল, নির্গমনল, গ্যাসজার ও ঢাকনি, ধারক ও বলয়, বুনসেন দীপ।

3. **রাসায়নিক উপকরণ** (Necessary chemicals)**:** সাধারণ লবণ ($NaCl$), সালফিউরিক অ্যাসিড (H_2SO_4), অ্যামোনিয়াম হাইড্রক্সাইড (NH_4OH), সিলভার নাইট্রেট ($AgNO_3$) দ্রবণ ইত্যাদি।

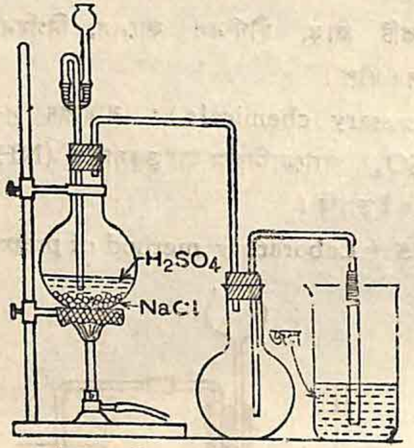
4. **রাসায়নাগারে প্রস্তুত পদ্ধতি** (Laboratory method of preparation) **:** একটি ফ্লাস্কে দীর্ঘ-নল ফানেল ও নির্গম নল ফিট কর। ফ্লাস্কে কিছু সাধারণ লবণ লও। দীর্ঘ নল ফানেলের মধ্যে সালফিউরিক অ্যাসিড ঢাল। সঙ্গে সঙ্গে প্রায় বিনা তাপেই প্রথম অবস্থায় হাইড্রোজেন ক্লোরাইড নির্গত হইতে আরম্ভ করে। শেষের দিকে বিক্রিয়া কমিয়া গেলে ফ্লাস্কটি তারজালের উপরে রাখিয়া ধীরে ধীরে বুনসেন দীপের অল্প তাপে উত্তপ্ত কর। হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাস জলে বিশেষভাবে দ্রবণীয়। তাই জল সরাইয়া এই গ্যাসটি সংগ্রহ করা সম্ভব নয়। গ্যাসটি বায়ুর চেয়ে ভারী। তাই, গ্যাসজারে বায়ু ঊর্ধ্বমুখে সরাইয়া হাইড্রোজেন ক্লোরাইড বা হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাস সরাসরি সংগ্রহ করা হয়।



হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাস প্রস্তুতি

5. **অ্যাসিডের জলীয় দ্রবণ** (Dilute acid) : সাধারণত রসায়নাগারে যে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড ব্যবহার করা হয় তাহা হাইড্রোজেন ক্লোরাইডের জলীয় দ্রবণ (dilute HCl)। জলে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড এত বেশী দ্রবণীয় যে 1 ml. জলে প্রায় 400 ml. গ্যাস দ্রবীভূত করা যায়।

6. **পরীক্ষা** (Expt) : রসায়নাগারের পদ্ধতিতে যন্ত্র সাজাও। নির্গম-নল একটি খালি ফ্লাস্কের মুখে ফিট কর [চিত্র দেখ]। এই ফ্লাস্কের নির্গম-নলের মুখটি একটি জলভরা বীকারে রাখ। বিক্রিয়া-ফ্লাস্কে হাইড্রোজেন ক্লোরাইড গ্যাস তৈরী হইয়া খালি ফ্লাস্কের ভিতর দিয়া প্রবাহিত হইয়া বীকারের জলে দ্রবীভূত হইবে এবং এইভাবে অ্যাসিডের জলীয় দ্রবণ তৈরী হইবে।



হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের জলীয় দ্রবণ প্রস্তুতি

সতর্কতা (Precaution) : হাইড্রোজেন ক্লোরাইড জলে খুব বেশী মাত্রায় দ্রবণীয়। তাই বিক্রিয়া-ফ্লাস্ক হইতে সরাসরি-ভাবে নির্গম-নল বীকারের জলের মধ্যে স্থাপন করিলে বিক্রিয়া-ফ্লাস্কে জল ঢুকিয়া বিস্ফোরণ ঘটাইতে পারে। বিক্রিয়া ফ্লাস্কে যেন জল ঢুকিতে না পারে সেজন্য মাঝপথে একটি খালি ফ্লাস্ক ব্যবহার করা হয়।

7. **হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের ধর্ম** (Properties) :

পরীক্ষা (Experiment)	পর্যবেক্ষণ (Observation)	সিদ্ধান্ত (Inference)
1. হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড (HCl) গ্যাস ভরা গ্যাসজারের মধ্যে একটি জলন্ত পাটকাঠি ধর।	পাটকাঠি নিভিয়া যায়।	হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাস **দাহক** বা **দহনশীল নয়**।
2. একটি সিক্ত নীল লিটমাস কাগজ গ্যাস-নির্গম-নলের মুখে ধর।	নীল লিটমাস কাগজ লাল হইয়া যায়।	হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাস **অ্যাসিড ধর্মী** (acidic)

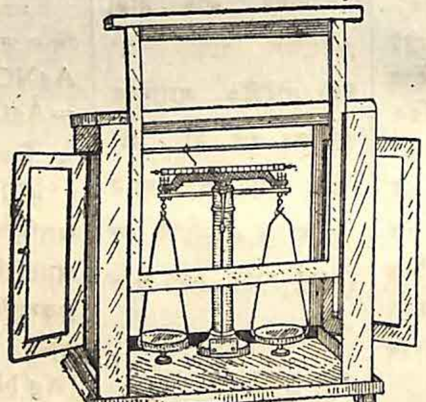
পরীক্ষা (Experiment)	পর্যবেক্ষণ (Observation)	সিদ্ধান্ত (Inference)
3. হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাস-ভরা গ্যাসজার একটি বড় পাত্রে রক্ষিত জলের মধ্যে উপুড় করিয়া বসাও।	গ্যাসজার জলে পূর্ণ হইয়া যায়।	হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাস জলে বিশেষভাবে দ্রবণীয়।
4. গ্যাস-নির্গম-নলের মুখে অ্যামোনিয়াম হাইড্রক্সাইডে সিক্ত করিয়া একটি কাচের শলা ধর।	শলার মুখে সাদা ধোঁয়ার সৃষ্টি হয়।	হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাস ও অ্যামোনিয়াম হাইড্রক-সাইডের বিক্রিয়ায় কঠিন অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড তৈরী হয়। $HCl+NH_4OH$ $=NH_4Cl+H_2O.$
5. একটি পরীক্ষা-নলে সিলভার নাইট্রেট দ্রবণ লও এবং তাহার মধ্যে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাস চালাও। সাদা অধঃক্ষেপকে দুই ভাগ কর। (i) এক ভাগে নাইট্রিক অ্যাসিড ঢাল এবং (ii) অপর ভাগে ঢাল অ্যামোনিয়াম হাইড্রক্সাইড।	দধির ন্যায় সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে। (i) ইহা নাইট্রিক অ্যাসিডে দ্রবীভূত হয় না, (ii) কিন্তু অ্যামোনিয়াম হাইড্রক্সাইডে (NH_4OH) দ্রবীভূত হয়।	সাদা অধঃক্ষেপ সিলভার ক্লোরাইড $AgNO_3+HCl$ $=AgCl+HNO_3$ সিলভার ক্লোরাইড ($AgCl$) নাইট্রিক অ্যাসিডে অদ্রবণীয় কিন্তু অ্যামোনিয়াম হাই-ড্রকসাইডে দ্রবণীয় এবং জটিল যৌগ গঠিত হয়। $[Ag(NH_3)_2]Cl.$
6. একটি অর্ধেক জলভরা বীকারে গ্যাস চালাইয়া হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের জলীয় দ্রবণ তৈরী কর। এই দ্রবণে অবিশুদ্ধ জিংক দানা ফেলিয়া দাও।	ভুরভুর করিয়া এক-রকম বর্ণহীন গ্যাস নির্গত হয়।	এই গ্যাস হাই-ড্রোজেন। জিংক অ্যাসি-ডের হাইড্রোজেনকে প্রতিস্থাপিত করে। $Zn+2HCl$ $=ZnCl_2+H_2$

9 রাসায়নিক তুলা (Chemical Balance)

রাসায়নিক তুলা যন্ত্র বহু অংশের সংযোগে গঠিত একটি তোলন-যন্ত্র। স্বল্প পরিমাণে এবং অতি নির্ভুলভাবে ভগ্নাংশিক ওজনসহ রাসায়নিক বস্তুর ওজন গ্রহণ করার জন্য এরূপ তোলন-যন্ত্র বা তুলা ব্যবহৃত হয় বলিয়া ইহা অত্যন্ত স্পর্শকাতর যন্ত্ররূপে তৈরী করা হয়।

I. রাসায়নিক তুলার বিভিন্ন অংশের গঠন :

1. **তুলা দণ্ড** (Beam) : তোলন যন্ত্র বা তুলার মূল **তুলা দণ্ড** (weighing beam) একটি বিশেষ আকারের গঠিত ধাতব দণ্ড এবং ইহার দুই প্রান্তে ও মধ্যবর্তী স্থানে এক একটি, অর্থাৎ মোট তিনটি, ইস্পাত নির্মিত ক্ষুদ্রাকার স্থূল ত্রিকোণ (prism) সংযুক্ত থাকে।



তুলা দণ্ড

2. **পাদপ** (Base) : এই তুলাদণ্ড দাঁড়ান বা স্থাপিত থাকে পিতল নির্মিত একটি **খাড়া দণ্ডের** (pillar) উপর। এই তুলা দণ্ডসহ প্রলম্ব-দণ্ড বসান থাকে বিশেষ পাথর (agate) নির্মিত একটি প্লেটের আকারে (plate) গঠিত **পাদপের** (base) উপরে।

3. **নির্দেশক কাঁটা** (pointer) : তুলাদণ্ডের মধ্যবর্তী স্থান হইতে ইহার

স্থাপন দণ্ডের সামনে প্রলম্বিত অবস্থায় ঝুলান থাকে একটি হালকা ওজনের **নির্দেশক কাঁটা**। এরূপ নির্দেশকের নিম্নভাগটি গঠিত থাকে **সূচল মুখের** আকারে, এই সূচল মুখটি একটি **রেখাঙ্কিত স্কেলের** (graduated scale) সামনে ঝুলান থাকে। বড় ঘড়ির দোলন-দণ্ডের ন্যায় ইহা স্কেলের ডাইনে ও বাঁয়ে দুলিতে পারে।

4. **তোলন পাত্রদ্বয় (Scale pans):** তুলাদণ্ডের দুই পাশে হুকের সাহায্যে দুইটি তোলন-পাত্র (scale pans) আলগাভাবে ঝুলান থাকে। প্রয়োজনে ইহাদের তুলা দণ্ড হইতে বিচ্ছিন্ন বা ইহার সঙ্গে সংযুক্ত করা যায়।

5. **তুলাদণ্ডের প্রান্ত-সংযুক্ত স্ক্রু** (Two screws at two ends of the beam): তুলাদণ্ডের দুই প্রান্তে দুইটি স্ক্রু সংযুক্ত থাকে। এই স্ক্রু ঘুরাইয়া তুলাদণ্ডের লেভেল বা সমান্তরাল করা হয়,—যাতে প্রয়োজনে নির্দেশককে স্কেলের **শূন্য-চিহ্নে** (zero mark) যথার্থভাবে স্থাপন করা যায়।

6. **তুলাদণ্ডের মুখ্যস্থাপক** (Central pillar): তুলাদণ্ডটি সচল করিবার বা স্থির অবস্থায় রাখিবার জন্য মূল সংস্থাপক দণ্ডটি একটি **হাতলের** (handle) সাহায্যে উপরে নিচে উঠান বা নামান যায়। হাতলটি পাদপের তথা তুলাযন্ত্রের বেসের সামনে লাগান থাকে। এই হাতল ডাইনে ঘুরাইলে মূল সংস্থাপক দণ্ডটি উপরের দিকে উঠে এবং তুলাদণ্ড সচল হয়। যখন ইহা অচল অবস্থায় স্থির রাখা প্রয়োজন হয়, তখন হাতলটি বাঁয়ে ঘুরাইয়া মূলদণ্ডটি পাদপে নামাইয়া তুলাদণ্ড সুস্থির অবস্থায় রাখা হয়।

7. **সূচলমুখ দোলন বিন্দু** (Hanging plumb line): তুলাদণ্ড যে মূলদণ্ডের উপরে স্থাপিত থাকে তাহার গায়ে সিল্কের সুতা দ্বারা বাঁধিয়া একটি সূচল মুখ-বিন্দুসহ একটি **দোলন ঝুলান** থাকে। এই দোলনের মুখোমুখি নিচে বসান থাকে একটি সূচল-মুখ **সূচক-বিন্দু** (Point); তুলা-যন্ত্রের পাদপের লেভেল ঠিক থাকিলে দোলন ও স্থির বিন্দু দুইটির সূচল মুখদ্বয় পরস্পরের বরাবর বা মুখোমুখি থাকে।

8. **সমতল সংস্থাপক দুইটি স্ক্রু** (Levelling screws): রাসায়নিক তুলার পাদপ বা বেসের সামনের দুই পাশে দুইটি স্ক্রু বসান থাকে। দোলন বিন্দু ও স্থির বিন্দুর মুখ দুইটি যদি বরাবর তথা মুখোমুখি না থাকে,—তাহা হইলে বুঝিতে হইবে যে তুলা-যন্ত্রের পাদপের লেভেল ঠিক নাই। স্ক্রু দুইটি যথার্থভাবে ঘুরাইয়া পাদপের লেভেল ঠিক করা হয়: অর্থাৎ লেভেল ঠিক হইলে দোলন-বিন্দু ও স্থির-বিন্দুর সূচল মুখ-দুইটি বরাবর বা মুখোমুখি হয়।

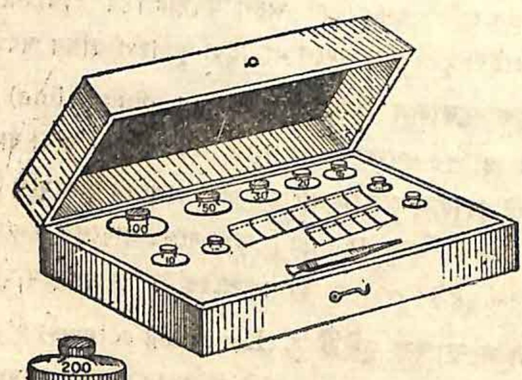
9. **তুলা-যন্ত্রের কাচের ঢাকনী** (Glass case): বায়ু প্রবাহ বা অন্য কারণে যাতে তুলা-যন্ত্রে ধুলাবালি বা অন্য কোন ময়লা না পড়ে সেজন্য সমগ্র তুলাযন্ত্রটি

কাচের তৈরী চৌকোণ-বাক্সে (box) তথা গ্লাস কেস (glass case) দ্বারা ঢাকিয়া রাখা হয়। ইহার মধ্যে জলীয় বাষ্প-বিশোষক বিগলিত ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড জাতীয় জল-বিশোষক রাসায়নিক পূর্ণ পাত্র রাখা হয়। তুলা-যন্ত্র ব্যবহার করার সময়ে গ্লাস কেসের দুই পাশের কপাট কিছুটা খুলিয়া লওয়া হয় যাহাতে তোলন পাত্রদ্বয়ের মধ্যে ওজন বা রাসায়নিক বস্তু পূর্ণ পাত্র রাখা যায়।

10. **বাহক** (Rider) : তুলা দণ্ডের উপরে একটি সরু ধাতব শলার উপরে দ্বিভুজাকারে গঠিত প্লাটিনামের **বাহক** বসান থাকে। এই ধাতব শলা আগে-পিছে করিয়া রাইডারকেও আগে পিছে সরান যায়। **তুলাদণ্ডের উপর একটি ছোট স্কেল থাকে।** সূক্ষ্মতর ওজন নির্ণয়ের জন্য এই রাইডার ধাতব শলার সাহায্যে স্কেলের বিভিন্ন দাগের উপরে আলগা করিয়া বসান যায়। রাইডার যখন স্কেলের কোন দাগে বসে তখন রাইডার সঞ্চালক শলাটিকে সরাইয়া লওয়া হয়।

11. ওজনের বাক্স (Weight Box) :

রাসায়নিক তুলাতে যে ক্ষুদ্রাকারের **ওজন** (weights) ব্যবহার করা হয় তাহা নিকেলের প্রলেপ যুক্ত পিতল দ্বারা গঠিত। এরূপ ওজনগুলি নিম্নরূপভাবে বিভক্ত :



(i) গ্রাম অনুসারে :

200, 100, 50, 20, 20, 10, 5, 2, 2, 1 গ্রাম সমূহ।

(ii) মিলিগ্রাম অনুসারে :

500, 200, 200, 100, 50, 20, 20, 10, 5 2, 2, 1 মিলিগ্রাম অথবা, গ্রামানুসারে। ·5, ·2, ·2, ·1, ·05, ·02, ·02, ·01, ·005, ·002, ·002, ·001 গ্রাম।

(iii) মিলিগ্রামের পরের ভগ্নাংশ ওজন **রাইডারের** সাহায্যে (Rider) নির্ণয় করা হয়।

গ্রাম অনুযায়ী ওজনগুলি একটি ছোট বাক্সে ভেলভেটের আবরণ যুক্ত বিভিন্ন খোপে উচ্চতর ওজন অনুযায়ী ক্রমান্বয়ে পরপর বসান থাকে। মিলিগ্রাম ওজনগুলিও বাক্সের সামনের দিকের বিভিন্ন খোপে উচ্চতর ওজন অনুসারে ক্রমান্বয়ে পরপর সাজান থাকে। একটি কাচের লম্বা প্লেট দ্বারা ইহাদের ঢাকিয়া রাখা হয়।

বাক্সে **শোনের** আকারে গঠিত ছোট একটি ধাতব **চিমটা** (forcep) থাকে। বাক্সের ওজন আঙ্গুল দ্বারা খোপ হইতে উঠান বা বসান নিষিদ্ধ,—এরূপ কাজ করা হয় চিম্‌টার সাহায্যে।

বাক্সে একটি **রাইডারও** (Rider) থাকে।

III. রাসায়নিক তুলা ব্যবহার সম্পর্কে সতর্কতা

রাসায়নিক তুলা ব্যবহারের সময়ে নিম্নরূপ সতর্কতাগুলি গ্রহণ করা অপরিহার্য :

1. রাসায়নিক তুলা ব্যবহার করার সময়ে গ্লাস কেসের সামনের কপাটটি ধীরে ধীরে উপরে তুলিয়া তুলার তোলন-পাত্র ব্যবহার যোগ্য করিয়া কেস বা আবরণী উন্মুক্ত করা প্রয়োজন। ওজনের কাজ শেষ হইলে কপাট নামাইয়া তুলার গ্লাস-কেস (glass case) বন্ধ করা আবশ্যক।

2. তুলার পাদপের লেভেল ঠিক করার জন্য পাদপে সংযুক্ত স্ক্রু দুইটি যথা প্রয়োজনীয়ভাবে ঘুরাইয়া দোলন বিন্দু ও স্থির বিন্দুর সূচল মুখ দুইটি বরাবর বা মুখোমুখি করা প্রয়োজন।

3. পাদপে সংযুক্ত হাতল অতি ধীরে ধীরে ঘুরাইয়া তুলাদণ্ড সচল করার সময়ে লক্ষ্য রাখা আবশ্যক,—যাহাতে ঝুলন্ত নির্দেশক-কাঁটা বা পয়েন্টার স্কেলের মধ্যস্থ শূন্য-চিহ্ন (zero mark) হইতে ডাইনে ও বামে সমান দূরত্বে দুলিতে পারে বা যাতায়াত করে। পাদপের লেভেল ঠিক থাকিলে ও তুলাদণ্ডের দুইদিকের ওজন সমান হইলে স্থির অবস্থায় নির্দেশক-কাঁটা স্কেলের শূন্য চিহ্নে অঙ্কিত থাকিবে।

4. যে রাসায়নিক বস্তু (chemical substance) ওজন করিতে হইবে তাহা বাম পাশের তোলন পাত্রে (scale pan) রাখিতে হইবে। পক্ষান্তরে, ওজন রাখিতে হইবে ডান পাশের তোলন পাত্রে। [সাধারণ তুলায় ওজন করা হয় বিপরীত ভাবে] এরূপ তোলন-পাত্রদ্বয় সর্বদা পরিষ্কার রাখা প্রয়োজন। কোন কারণে ধূলা-বালি বা অন্যকোন পদার্থ তোলন পাত্রে পড়িলে হালকা পালকের ঝারক দ্বারা, ব্যবহার করার আগে, তোলন-পাত্রদ্বয় পরিষ্কার করিয়া লইতে হইবে।

5. ওজন-বাক্সের (weight box) ওজন, কখনও আঙুলের সাহায্যে নয়,—চিমটার সাহায্যে তুলিয়া ব্যবহার করার পরে বাক্সের সঠিক চিহ্নিত খোপের মধ্যে নির্দিষ্ট স্থানে রাখিতে হইবে। ওজনগুলি যেখানে সেখানে রাখা একান্ত অবাঞ্ছনীয়।

6. যে সময়ে তুলা-দণ্ড ব্যবহার করা হইবে শুধুমাত্র সেই সময়ে পাদপে সংযুক্ত হাতল ঘুরাইয়া ইহা সচল করিতে হইবে। যখন তোলন-বোতল বা বেসিন বা খর্পর বা ওয়াচ গ্লাস (weighing bottle, basin, crucible or watch glass) তোলন পাত্রে রাখা বা তোলন পাত্র হইতে নামান প্রয়োজন অথবা যখন ডাইনের তোলন পাত্রে (scalepan) ওজন রাখা বা ইহা হইতে ওজন নামান হয়—এরূপ উভয় ক্ষেত্রে পাদপের হাতল বাঁয়ে ঘুরাইয়া তুলাদণ্ড স্থিরাবস্থায় রাখিতে হইবে।

7. সরাসরি তোলন-পাত্রে কোন রাসায়নিক পদার্থ রাখিয়া ওজন করা সম্পূর্ণ নিষিদ্ধ। এরূপ করিলে রাসায়নিক দ্রব্যের সংস্পর্শে তোলন-পাত্রের ক্ষয়-ক্ষতি হইতে পারে। তোলন-বোতল, বেসিন, ওয়াচ-গ্লাস বা ক্রুসিবলের মধ্যে রাসায়নিক দ্রব্য রাখিয়া ওজন করিতে হইবে।

8. কোন উত্তপ্ত বা অতি শীতল পদার্থ কখনও তুলার সাহায্যে ওজন করা অবাঞ্ছনীয়।

9. বেশী ওজনের কোন বস্তু তুলা-যন্ত্রে ওজন করা নিষিদ্ধ। ইহাতে স্পর্শকাতর যন্ত্রটি খারাপ হইয়া যায়।

10. নির্দেশক-কাঁটা পর্যবেক্ষণ করার সময়ে পরীক্ষককে তুলার সম্মুখে মধ্যবর্তী স্থানে দাঁড়াইতে হইবে,—অন্যথায় পয়েণ্ট ঘরের পর্যবেক্ষণ (reading) ভুল হইবে।

11. **বাহক** (Rider) স্কেলের উপরে স্থানান্তরিত করার সময়ে তুলাদণ্ড স্থির রাখিতে হইবে। রাইডার বসাইবার পরে তুলাদণ্ড সচল করিতে হইবে।

12. ওজন শেষ করার পরে **রাইডার** স্কেল হইতে শলার সাহায্যে উঠাইয়া, ওজন বাক্সের মধ্যে রাখিতে হইবে।

13. রাসায়নিক তুলার কোন অংশ যদি আকস্মিক বিচ্যুত বা বিকল হইয়া পড়ে তাহা হইলে সঙ্গে সঙ্গে গবেষণাগারের শিক্ষক মহাশয়কে জানাইয়া তাঁহার পরামর্শ ও সাহায্য গ্রহণ করিতে হইবে।

IV. ওজন গ্রহণের পদ্ধতি (Process of weighing)

রাসায়নিক তুলার তোলন-পাত্রের উপরে সরাসরি কোন বস্তু রাখিয়া কখনও ওজন করা হয় না। তোলন-বোতলে (weighing bottle) রাসায়নিক পদার্থ ভরিয়া প্রথমে তোলন-বোতল ও রাসায়নিক দ্রব্যের যুক্ত ওজন (w_1) গ্রহণ করা হয়।

তোলন-বোতল হইতে ফানেলের মাধ্যমে অন্যপাত্রে যথার্থ পরিমাণে রাসায়নিক পদার্থ ঢালিয়া পুনরায় তোলন-বোতল ও রাসায়নিক দ্রব্যের যুক্ত ওজন (w_2) গ্রহণ করা হয়। প্রথম ওজন হইতে দ্বিতীয় ওজন বিয়োগ করিয়া ($w_1 - w_2$) গ্রাম রূপে ব্যবহৃত রাসায়নিক দ্রব্যের ওজন স্থির করা হয়। ওয়াচ-গ্লাস, খর্পর বা মুচির ক্ষেত্রে প্রথমে খালি পাত্রের ওজন (w_1) লওয়া হয়। পরে, ওয়াচ-গ্লাসে বা মুচিতে রাসায়নিক দ্রব্য ও ওয়াচ গ্লাস, বা মুচির যুক্ত ওজন (w_2) লওয়া হয়। সুতরাং ব্যবহৃত রাসায়নিক দ্রব্যের ওজন হইবে ($w_2 - w_1$) গ্রাম;

অর্থাৎ, **রাসায়নিক দ্রব্যের ওজন গ্রহণ করা হয় দুই ওজনের ব্যবধান অনুযায়ী** (weighing by difference of weights)।

মনে কর, তুলার বামপাশের তোলন পাত্রে (scale pan) রাসায়নিক পদার্থপূর্ণ একটি তোলন-বোতল (weighing bottle) রাখার পরে ডান পাশের তোলন পাত্রে চিমটার সাহায্যে 50 গ্রাম ওজন রাখিয়া পাদপের হাতল ঘুরাইয়া তুলাদণ্ড সচল করা হইল। দেখা গেল, ওজন বেশি হইয়াছে। এখন, তোলন দণ্ড স্থির করা হইল এবং 50 গ্রাম ওজন বাক্সের যথাস্থানে রাখিয়া প্রথমে 20 গ্রাম ওজন ডান পাশের তোলন পাত্রে রাখা হইল। দেখা গেল, ওজন আরও লাগিবে। এখন আরও 10 গ্রাম ওজন তোলন পাত্রে রাখা হইল। ইহাতে ওজন কিছুটা কম হইল। এখন ·5 গ্রাম রাখা হইল। ইহাতেও ওজন কম হইল। পর পর ·2 গ্রাম এবং ·2 গ্রাম ওজন রাখা হইল। দেখা গেল, ওজন বেশি হইল। ·2 গ্রাম তুলিয়া এবং বাক্সে রাখিয়া আবার ·1 গ্রাম ওজন রাখা হইল। ইহাতেও ওজন সামান্য কম হইল। এখন ·05 গ্রাম অতিরিক্ত ওজন রাখা হইল। ইহাতেও ওজন সামান্য কম হইল। এখন পর পর ·02 গ্রাম এবং ·01 গ্রাম রাখা হইল। ইহার পরেও **খুব সামান্য** ওজন কম হইল। এখন তুলা দণ্ড স্থির করিয়া **রাইডারের** সাহায্যে বাকী ওজন যোগ করিতে হইবে।

রাইডারের (Rider) ব্যবহার পদ্ধতি

(i) রাসায়নিক তুলা যদি **বাঙ্গে** (Bunge) জাতীয় হয়, তাহা হইলে **রাইডার বসাইবার স্কেলের শেষ প্রান্তে শূন্য চিহ্ন** (zero mark) অংকিত থাকে। এরূপ স্কেল 10টি **প্রধান ভাগে** এবং এক একটি প্রধান ভাগ আবার 10টি ক্ষুদ্র উপ-ভাগে বিভক্ত থাকে। অর্থাৎ স্কেল (10×10)=100টি ক্ষুদ্রাকার দাগের উপভাগে বিভক্ত থাকে। এরূপ স্কেলে **রাইডার সঞ্চালক ধাতব শলার** সাহায্যে কয়েকবার বিভিন্ন ক্ষুদ্র দাগে রাখিবার পরে 15 নং দাগে রাখা হইলে দেখা গেল যে, তোলন

পাত্র দুইটির ওজন সমান হইল। সুতরাং 15নং **ক্ষুদ্র দাগের** উপরে রাইডার বসাইবার জন্য অতিরিক্ত ওজন হইল $\frac{\cdot15}{100}$ গ্রাম বা 0·0015 গ্রাম। [কারণ, একটি ক্ষুদ্র দাগ $\frac{0\cdot01}{100}$ গ্রাম অর্থাৎ 0·001 গ্রামের সমান]

(ii) রাসায়নিক তুলা যদি সারটোরিয়াস (Sartorius) জাতীয় হয় তাহা হইলে **রাইডার স্কেলের** মাঝখানে থাকে শূন্য চিহ্ন (zero mark); এরূপ শূন্য চিহ্নের দুই পাশে 10টি করিয়া **প্রধান ভাগের** চিহ্ন থাকে। এরূপ **এক একটি প্রধান ভাগ** আবার 5টি **ক্ষুদ্রতর-উপভাগে** বিভক্ত থাকে অর্থাৎ এক এক পাশে মোট 50 উপভাগে বিভক্ত থাকে। রাইডার যদি এরূপ স্কেলের **ডাইন পাশের** কোন দাগে বসে তাহা হইলে **ওজন যোগ (+) করা হয় বামপাশে রাইডার** বসিলে **রাইডারের ওজন বিয়োগ করা (−) হয়।** সুতরাং একটি ক্ষুদ্র উপ-দাগের জন্য ওজন হইবে $\frac{0\cdot01}{50}$ গ্রাম বা 0·0002 গ্রাম।

মনে কর, ওজনের জন্য **বাঙ্গে** তুলা ব্যবহার করা হইয়াছে এবং রাইডার বসিয়াছে 15নং ক্ষুদ্রতম উপদাগে। সুতরাং তোলন বোতল এবং রাসায়নিক দ্রব্যের প্রথম ওজন হইবে $=(20+10+\cdot5+\cdot2+\cdot2+\cdot05+\cdot02+\cdot01+\cdot0015)$ গ্রাম (·0015 গ্রাম রাইডারের জন্য ওজন) $=30\cdot9815$ গ্রাম।

এখন তোলন-বোতল (weighing bottle) হইতে রাসায়নিক দ্রব্য স্টপার খুলিয়া ফানেল সংযুক্ত পাত্রে অল্প পরিমাণে রাখা হইল এবং উল্লিখিতভাবে বিভিন্ন ওজন বাড়াইয়া ও কমাইয়া তোলন-পাত্র (scale pans) দুইটির ওজন সমান করা হইল। দেখা গেল যে এরূপ ওজনগুলি নিম্নরূপ $10+5+2+1+\cdot2+\cdot2+\cdot05+\cdot01+\cdot0012$ (রাইডারের জন্য ওজন) $=28\cdot4612$ গ্রাম।

সুতরাং, গৃহীত রাসায়নিক পদার্থের ওজন $=(30\cdot9815-28\cdot4612)$ গ্রাম
$=2\cdot5203$ গ্রাম

বিঃ দ্রঃ শিক্ষক মহাশয়ের সাহায্যে, রাসায়নিক তুলা ব্যবহারের আগে ইহার বিভিন্ন অংশগুলি কিভাবে কার্যকরী করা হয় তাহা দেখিয়া লও। ওজনগুলিও দেখ। ইহার পরে শিক্ষক মহাশয়ের সাহায্যে প্রথমে ওজন করিবার এবং রাইডার ব্যবহার করিবার পদ্ধতি শিখিয়া, পরে নিজের চেষ্টায় পরীক্ষণীয় রাসায়নিক পদার্থ ওজন কর।

তুল্যাংকভার নির্ণয়
(Determination of Equivalent weight)

তুল্যাংকভার (Equivalent weight) : কোন একটি যৌগ গঠনে বা বিশ্লেষণে একটি মৌলিক পদার্থ যতভাগ ওজনে একভাগ ওজনের হাইড্রোজেন বা আট ভাগ ওজনের অক্সিজেন অথবা 35·5 ভাগ ওজনের ক্লোরিনের সঙ্গে যুক্ত বা বিযুক্ত হয় তত ভাগ ওজনের সংখ্যাটিকে সেই মৌলিক পদার্থের তুল্যাংকভার বা যোজনভার (**equivalent combining weight**) বলা হয়।

তুল্যাংকভার বিভিন্ন মৌলিক পদার্থের পারস্পরিক সংযোগের একটি তুলনামূলক সংখ্যা মাত্র। তাই ক্লোরিন, অক্সিজেন ও সোডিয়ামের তুল্যাংকভার লেখা হয় যথাক্রমে 35·5 গ্রাম, 8 গ্রাম বা 23 গ্রাম হয়, শুধু 35·5, 8 এবং 23।

সাধারণভাবে তুল্যাংকভারের সূত্রটি লেখা যায় এইরূপে :

কোন একটি মৌলিক পদার্থের তুল্যাংকভার=

সেই মৌলিক পদার্থের সঙ্গে যুক্ত বা বিযুক্ত হাইড্রোজেনের ওজন।

মৌলিক পদার্থ ম্যাগনেসিয়াম (Mg), লঘু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের সঙ্গে বিক্রিয়ায় হাইড্রোজেন তৈরী করে এইভাবে : $Mg+2HCl=H_2\uparrow+MgCl_2$ অর্থাৎ 24 গ্রাম Mg, হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড হইতে বিযুক্ত করে 2 গ্রাম H ; সুতরাং Mg-এর তুল্যাংকভার $=\frac{24}{2}=12$

পারমাণবিক ওজনও তুলনামূলক সংখ্যা মাত্র। তাই, হাইড্রোজেনের পারমাণবিক ওজন 1, অক্সিজেনের 16, ম্যাগনেসিয়ামের পারমাণবিক ওজন 24 ইত্যাদি। কিন্তু গ্রাম হিসেবে লেখা হইলে H-এর গ্রাম-পারমাণবিক ওজন (Gram-atomic wt) 1 গ্রাম ; অক্সিজেনের গ্রাম-পারমাণবিক ওজন 16 গ্রাম, ম্যাগনেসিয়ামের গ্রাম-পারমাণবিক ওজন 24 গ্রাম ইত্যাদি। সেইরূপ হাইড্রোজেন, অক্সিজেন বা ম্যাগনেসিয়ামের তুল্যাংকভার যথাক্রমে 1, 8 ও 12 ; কিন্তু গ্রাম হিসাবে লেখা হইলে ইহাদের গ্রাম-তুল্যাংকভার লিখিতে হইবে 1 গ্রাম, 8 গ্রাম ও 12 গ্রাম। তাই ইহাদের **গ্রাম-তুল্যাংকভার** (Gram-equivalent weight) বলা হয়।

1. হাইড্রোজেন প্রতিস্থাপন পদ্ধতিতে জিংকের তুল্যাংকভার নির্ণয় (Hydrogen replacement method) :

(i) **সূত্র** (principle) : ধাতুর সঙ্গে হাইড্রোক্লোরিক বা সালফিউরিক অ্যাসিডের (HCl বা H_2SO_4) বিক্রিয়া ঘটাইয়া হাইড্রোজেন গ্যাস তৈরী করা যায়। N. T. P. তে 1 ml. H-গ্যাসের ওজন=·00009 গ্রাম। অ্যাসিডের

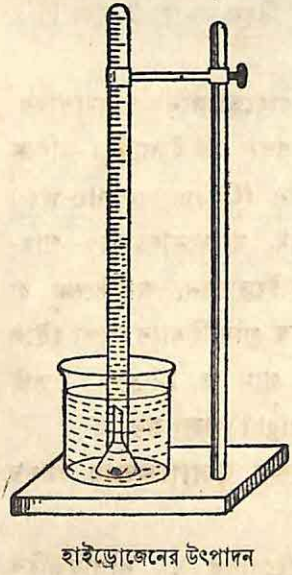
সঙ্গে ধাতুর বিক্রিয়ায় স্বাভাবিক তাপমাত্রা ও চাপে হাইড্রোজেন গ্যাস উৎপন্ন করিয়া এই গ্যাসের আয়তন মাপা যায় এবং এই আয়তন N. T. P.-তে কত হইবে সংযুক্ত গ্যাস-আয়তন সূত্র প্রয়োগ করিয়া তাহাও বাহির করা যায়। এইভাবে ধাতুর ওজন এবং হাইড্রোজেন গ্যাসের ওজন নির্ণয় করিয়া ধাতুর তুল্যাংকভার স্থির করা যায়।

যথা : $\text{ধাতুর তুল্যাংকভার} = \dfrac{\text{ধাতুর ওজন}}{\text{প্রতিস্থাপিত হাইড্রোজেন ওজন}}$

(ii) **যন্ত্রাদি** (Apparatus) : একটি 500 ml বীকার, একটি ফানেল একটি একমুখ বন্ধ অংশাংকিত কাচের নল, বড় একটি কাচের জার, একটি থার্মোমিটার, একটি ব্যারোমিটার এবং তুলাদণ্ড।

(iii) **রাসায়নিক উপকরণ** (Necessary chemicals) : বিশুদ্ধ জিংক দানা, সালফিউরিক অ্যাসিড ও কপার সালফেট দ্রবণ।

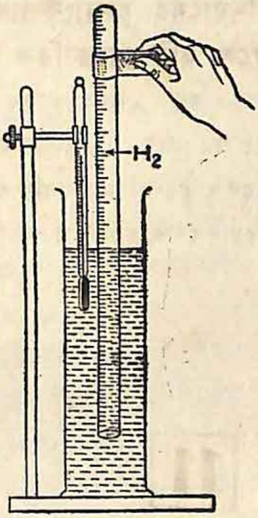
(iv) **পরীক্ষা পদ্ধতি** (Experimental process) : একটি ওয়াচ গ্লাসে (watch glass) রাখিয়া ·08 গ্রামের কাছাকাছি ওজনের বিশুদ্ধ জিংক ওজন কর ; এই জিংক একটি বীকারে রাখিয়া একটি ফানেল উপুড় করিয়া ইহা ঢাকিয়া দাও। ফানেলের সম্পূর্ণ নল পর্যন্ত বীকারটি জলে পূর্ণ কর। একমুখ বন্ধ এবং আয়তন চিহ্ন লিখিত একটি **অংশাংকিত কাচের** (graduated tube) লম্বা নলে জল ভর। টিউবের ভিতরে যেন কোনরূপ বায়ুর বুদ্‌বুদ্ না থাকে। এইবার খোলা মুখটি বুড়ো আঙ্গুলে বন্ধ করিয়া আশাংকিত নলটি উপুড় করিয়া ধারকের সাহায্যে জলে ডোবা ফানেলের নলের উপরে বসাইয়া দাও।



হাইড্রোজেনের উৎপাদন

এখন বীকারের জল ধীরে ধীরে ঘন বা লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড ঢাল। প্রথমে বিশুদ্ধ জিংকের সঙ্গে সালফিউরিক অ্যাসিডের কোন বিক্রিয়া ঘটিবে না। বীকারে কয়েক ফোঁটা কপার সালফেট দ্রবণ ঢাল। এখন সালফিউরিক অ্যাসিড ও জিংকের মধ্যে বিক্রিয়া ঘটিবে এবং ফানেলের নীচে হাইড্রোজেন উৎপন্ন হইয়া তাহা অংশাংকিত নলে জমা হইবে। [বিক্রিয়া : $Zn + H_2SO_4 = H_2\uparrow + ZnSO_4$)। হাইড্রোজেন উৎপাদন সম্পূর্ণ হইলে বুড়ো আঙ্গুলের চাপে অংশাংকিত নলের খোলা মুখটি বন্ধ করিয়া হাইড্রোজেনের গ্যাস-ভরা অংশাংকিত নলটি

একটি জল ভরা বড় জারের মধ্যে রাখ। এখন অংশাংকিত নলের জল এবং জারের জল এক সমতল কর। এই অবস্থায় হাইড্রোজেন গ্যাসের আয়তন মাপ। [অংশাংকিত নলটি হাত দিয়া না ধরিয়া ভাঁজ-করা কাগজ দিয়া জড়াইয়া ধরা উচিত। অন্যথায় হাতের গরমে হাইড্রোজেন গ্যাসের আয়তন বৃদ্ধি পাইবে।] এখন **পরীক্ষাগারের দেওয়াল সংলগ্ন থার্মোমিটার ও ব্যারোমিটার** দেখিয়া ঘরের তাপমাত্রা ও বায়ুর চাপ লিখিয়া লও। পরীক্ষার পরে এইভাবে জিংকের তুল্যাংকভার নির্ণয় কর।



উৎপন্ন গ্যাসের আয়তন নির্ণয়

মনে কর : জিংকের ওজন $= W$ গ্রাম

হাইড্রোজেনের আয়তন $= V$ ml.

পরীক্ষাগারের উষ্ণতা $= t°C$; বায়ুর চাপ $= P$; জলীয় বাষ্পের চাপ $= f$, জলের উপরে সংগৃহীত হওয়ার ফলে হাইড্রোজেন গ্যাসের সঙ্গে কিছু জলীয় বাষ্পও মিশ্রিত থাকে। তাই অংশাংকিত নলে সংগৃহীত **গ্যাসের চাপ = হাইড্রোজেন গ্যাসের চাপ + জলীয় বাষ্পের চাপ**। এই যুক্ত-চাপ বায়ুর চাপের সমান, অর্থাৎ হাইড্রোজেনের গ্যাসের চাপ $+ f = P$; সুতরাং

হাইড্রোজেন গ্যাসের চাপ = বায়ুর চাপ − জলীয় বাষ্পের চাপ
$$= (P - f)$$

$(P-f)$ চাপ এবং $t°C$ উষ্ণতায় গ্যাসের আয়তন $= V$ ml. ; এই V, ml. হাইড্রোজেন গ্যাস N. T. P, অর্থাৎ, প্রমাণ চাপ ও তাপ মাত্রায় ($0°C$ ও 760 mm. চাপে) বয়েল ও চার্লসের সংযুক্ত গ্যাস-সূত্র অনুযায়ী যদি হয় V_1 ml. তবে V_1 ml. গ্যাসের আয়তন হইবে :

$$\frac{V(P-f)}{t+273} = \frac{V_1 \times 760}{273} \text{ ; অথবা } V_1 = \frac{V(P-f) \times 273}{760\ (t+273)} \text{ ml.}$$

V_1 c.c. হাইড্রোজেন গ্যাসের ওজন $= \frac{V(P-f) \times 273}{760\ (t+273)} \times {}^{\cdot}00009$ গ্রাম

[কারণ, N.T.P,-তে 1 ml. হাইড্রোজেনের ওজন = ˙00009 গ্রাম]

$$\text{জিংকের তুল্যাংকভার} = \frac{\text{জিংকের ওজন}}{\text{প্রতিস্থাপিত হাইড্রোজেনের ওজন}}$$

$$= \frac{W}{V_1 \times {}^{\cdot}00009} = \frac{W \times 760\ (t+273)}{V(P-f) \times 273 \times {}^{\cdot}00009}$$

দ্রষ্টব্য : হাইড্রোজেন অপসারণ পন্থায় উল্লিখিত পদ্ধতি অনুসরণে **ম্যাগনেসিয়াম ও আয়রনের** তুল্যাংকভার নির্ণয় করা যায়। **এই পন্থায় অ্যালুমিনিয়ামের তুল্যাংকভার নির্ণয়ের পরীক্ষায় সালফিউরিক অ্যাসিডের বদলে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড ব্যবহার করিতে হয়।** একমাত্র জিংক ছাড়া অন্য কোন ধাতুর তুল্যাংক নির্ণয়-পরীক্ষায় কপার সালফেট মিশাইবার প্রয়োজন নাই। এরূপভাবে তুল্যাংক নির্ণয়ের ক্ষেত্রে ধাতু নিতে হয় অল্প পরিমাণে। কারণ ধাতুর পরিমাণ বেশি হইলে অতিরিক্ত হাইড্রোজেন উৎপন্ন হইবে এবং গ্যাসের পরিমাণ বেশি হইলে অংশাংকিত নল হইতে বাহির হইয়া পড়িবে।

---

11 অম্লমিতি ও ক্ষারমিতি

(Acidimetry and Alkalimetry)

প্রশমন ক্রিয়া (Neutralisation): **অ্যাসিড দ্বারা ক্ষারকে অথবা ক্ষার দ্বারা অ্যাসিডকে প্রশমিত বা নিরপেক্ষ তথা লবণ ও জলে পরিণত করার ক্রিয়াকে বলা হয় প্রশমন।** প্রশমন ক্রিয়ার রাসায়নিক অর্থ অ্যাসিডের হাইড্রোজেনের (H) সঙ্গে ক্ষারকের বা ক্ষারের অক্সিজেন (O) বা হাইড্রকসিল (OH) মূলকের সংযোগে লবণ ও জল গঠন। $NaOH+HCl=NaCl+H_2O$

আয়নীয় বিয়োজন তত্ত্ব (Ionic dissociation theory) অনুযায়ী এরূপ প্রশমনের অর্থ অ্যাসিডের হাইড্রোজেন আয়নের (H^+) সঙ্গে ক্ষারের হাইড্রক্সিল আয়নের (OH^-) সংযোগে জলের (H_2O) অবিশ্লিষ্ট অণু গঠন।

$$\begin{array}{ccccc} NaOH \rightleftharpoons & Na^+ & + & OH^- \\ & + & & + \\ HCl \rightleftharpoons & Cl^- & + & H^+ \\ & \upharpoonleft\downharpoonright & & \| \\ & NaCl & & H_2O \end{array}$$

পরীক্ষা : একটি বীকারে 25 ml. লঘু কষ্টিক সোডা (NaOH) দ্রবণ লও। একটি ব্যুরেট লঘু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড (dil. HCl) দ্বারা পূর্ণ কর। লক্ষ্য রাখ অ্যাসিডের সমতল যেন ব্যুরেটের নির্দিষ্ট দাগের সঙ্গে সমান্তরাল থাকে। বীকারের ক্ষার (NaOH) দ্রবণে দু-এক ফোঁটা লিটমাস দ্রবণ ঢাল। লিটমাসের সংস্পর্শে ক্ষারীয় দ্রবণ **নীল** হইয়া যাইবে। এখন ব্যুরেটের ছিপি নিয়ন্ত্রণ করিয়া

বীকারের ক্ষারীয় দ্রবণে ফোঁটা ফোঁটা করিয়া অ্যাসিড ঢাল এবং কাচের শলা দ্বারা ক্রমাগত ক্ষার (NaOH) দ্রবণ নাড়িয়া দাও। দেখিবে, কিছুক্ষণ ফোঁটা ফোঁটা করিয়া অ্যাসিড (HCl) ফেলিবার ফলে এক সময়ে ক্ষার (NaOH) দ্রবণের **নীল রঙ বেগুনী** হইয়া গেল। এই বেগুনী দ্রবণে আর এক ফোঁটা অ্যাসিড (HCl) ঢালিলে দ্রবণের রঙ **লাল** হইয়া যাইবে এবং ইহাতে এক ফোঁটা অতিরিক্ত ক্ষার (NaOH) দ্রবণ মিশাইলে বেগুনী রঙ আবার **নীল** হইয়া যাইবে।

এরূপ পরীক্ষায় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড ও সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড ক্ষারের পারস্পরিক বিক্রিয়ার লবণ ও জল তৈরী হইয়াছে। বীকারের তরলের মধ্যে এখন অ্যাসিড নাই, ক্ষারও নাই—আছে শুধু অ্যাসিড বা ক্ষার-ধর্মহীন সোডিয়াম ক্লোরাইড (NaCl) লবণ ও জল (H_2O)। লবণ ও জলের ন্যায় নিরপেক্ষ দ্রব্যের সংস্পর্শে লিটমাস দ্রবণের রঙ হয় বেগুনী। এক ফোঁটা অতিরিক্ত অ্যাসিড ফেলিলে দ্রবণে কিছুটা অ্যাসিড উদ্বৃত্ত হয়। তাই দ্রবণের বর্ণ হয় লাল। অ্যাসিডের বদলে যদি এক ফোঁটা ক্ষার মিশানো যায় তবে দ্রবণে কিছুটা ক্ষার উদ্বৃত্ত হয়। তাই দ্রবণের রঙ নীল।

হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড ও কষ্টিক সোডার প্রশমনের উল্লিখিত পরীক্ষাটির সাহায্যে **যদি ক্ষারের মাত্রা বা শক্তি (strength) জানা থাকে তবে অ্যাসিডের অজ্ঞাত মাত্রা বা শক্তি নির্ণয় করা যায়, অথবা যদি অ্যাসিডের শক্তি বা মাত্রা জানা থাকে তবে ক্ষারের অজ্ঞাত মাত্রা বা শক্তি নির্ণয় করা যায়।**

মনে কর, 15 ml. 5% কষ্টিক সোডা দ্রবণ 10 ml, হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড প্রশমিত করিয়াছে। 5% মাত্রায় কষ্টিক সোডা দ্রবণের অর্থ :

100 ml. কষ্টিক সোডা দ্রবণে আছে 5 গ্রাম NaOH

∴ 15 ml. … … … আছে $\frac{5}{100}\times 15=\frac{3}{4}$ গ্রাম NaOH

বিক্রিয়া অনুযায়ী : $NaOH+HCl=NaCl+H_2O$

$NaOH=(23+16+1)=40$; $HCl=(1+35{\cdot}5)=36{\cdot}5$

অর্থাৎ 40 গ্রাম NaOH প্রশমিত করে 36·5 গ্রাম HCl

∴ $\frac{3}{4}$ গ্রাম … … … $\frac{36{\cdot}5}{40}\times\frac{3}{4}={\cdot}68$ HCl

15 ml. NaOH প্রশমিত করিয়াছে 10 ml. HCl

সুতরাং 10 ml. HCl অ্যাসিডে আছে ·68 গ্রাম HCl

∴ 100 ml. … … … $\frac{{\cdot}68}{10}\times 100$ গ্রাম HCl

$=6{\cdot}8$ গ্রাম HCl

অর্থাৎ হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের মাত্রা বা শক্তি=6·8%

একইভাবে অ্যাসিডের মাত্রা বা শক্তি জানিয়া ক্ষারের অজ্ঞাত মাত্রা বা শক্তি নির্ণয় করা যায়।

অম্লমিতি (Acidimetry) : যে পদ্ধতিতে জ্ঞাত (known) শক্তি বা মাত্রার (strength) অ্যাসিড দ্বারা অজ্ঞাত (unknown) মাত্রার ক্ষার প্রশমিত করিয়া সেই ক্ষারের মাত্রা বা শক্তি নির্ণয় করা যায়, তাহাকে বলা হয় অম্লমিতি।

ক্ষারমিতি (Alkalimetry) : যে পদ্ধতিতে জ্ঞাত মাত্রা বা শক্তির ক্ষার দ্বারা অজ্ঞাত মাত্রার অ্যাসিড প্রশমিত করিয়া সেই অ্যাসিডের মাত্রা বা শক্তি নির্ণয় করা যায়, তাহাকে বলা হয় ক্ষারমিতি।

অম্লমিতি ও ক্ষারমিতির ব্যবহারিক গুরুত্ব : এরূপ অম্লমিতি বা ক্ষারমিতির সহায়তায় (i) বিনা ওজনেই জ্ঞাত মাত্রার অ্যাসিড বা ক্ষারদ্বারা ক্ষার বা অ্যাসিডের অজ্ঞাত মাত্রার পরিমাণ নির্ণয় করা যায়। (ii) অ্যাসিড বা ক্ষারের এরূপ মাত্রা নির্ণয় করিতে স্বল্প সময় লাগে। এবং (iii) এরূপ মাত্রা বিশেষ নির্ভুলভাবে বাহির করা যায়। 20 ml. জলের মধ্যে 10 গ্রাম কুইনিন দ্রবীভূত করিয়া কুইনিন দ্রবণ তৈরী করিয়া দিলে 10 ml. কুইনিন দ্রবণে যে 5 গ্রাম কুইনিন আছে তাহা বিনা ওজনেই বলিয়া দেওয়া যায়।

অম্লমিতির ও ক্ষারমিতির পদ্ধতি : অম্লমিতি ও ক্ষারমিতির সাহায্যে অজ্ঞাত ক্ষার বা অ্যাসিডের মাত্রা নির্ণয়ের জন্য প্রয়োজন :

প্রথমত, কিভাবে অ্যাসিড বা ক্ষারের প্রশমন-ক্রিয়া সম্পন্ন করা যায় সেই ব্যবহারিক প্রণালী ; দ্বিতীয়ত, প্রশমন ক্রিয়ায় ঠিক কোন মূহর্তে অ্যাসিড ও ক্ষার প্রশমিত হয় তার সংকেত বা নির্দেশ ; তৃতীয়ত, অ্যাসিড অথবা ক্ষারের অজ্ঞাত মাত্রা নির্ণয়ের জন্য প্রয়োজনীয় ক্ষার অথবা অ্যাসিডের একটি জ্ঞাতমাত্রার দ্রবণ।

1. **টাইট্রেশন বা অনুমাপন (Titration) : যে প্রণালীতে অ্যাসিড ও ক্ষার প্রশমিত করা হয় তাহাকে বলা হয় টাইট্রেশন বা অনুমাপন। অ্যাসিড ব্যুরেটে** রাখিয়া এবং **ক্ষার বীকার** বা **কোণাকার ফ্লাস্কে** রাখিয়া ধীরে ধীরে অ্যাসিড ও ক্ষার মিশ্রিত করিয়া যে প্রশমন বিক্রিয়া সম্পন্ন করা হয় তাহাই টাইট্রেশন।

2. **নির্দেশক (Indicator) : যে পদার্থ দ্রবণের রঙ পরিবর্তন করিয়া প্রশমন ক্রিয়া সম্পূর্ণ হওয়ার সঠিক মুহূর্তটি নির্দেশ করে, তাহাকে বলা হয় নির্দেশক।** যে পদার্থের রঙ অ্যাসিডের সংস্পর্শে একরকম আর ক্ষারের

সংস্পর্শে অন্যরকম এবং লবণ ও জল অর্থাৎ অ্যাসিড ও ক্ষারের প্রশমনে উৎপন্ন পদার্থের সংস্পর্শে ভিন্ন রকম—তাহাকেই বলা হয় নির্দেশক। নির্দেশকের সঙ্গে সাধারণত অ্যাসিড বা ক্ষারের কোন বিক্রিয়া ঘটে না। লিটমাস দ্রবণ অ্যাসিডের সংস্পর্শে লাল, ক্ষারের সংস্পর্শে নীল এবং জলের সংস্পর্শে বেগুনী বর্ণ হয়।

3. **প্রমাণ দ্রবণ** (Standard solution) : অ্যাসিডের অজ্ঞাতমাত্রা নির্ণয়ের জন্য ক্ষার অথবা অজ্ঞাত-মাত্রা ক্ষারের জন্য অ্যাসিড এরূপ দ্রবণ দুইটির মধ্যে একটির মাত্রা বা শক্তি জানা প্রয়োজন। এরূপ জ্ঞাতমাত্রার অ্যাসিড, ক্ষার বা লবণের দ্রবণকে বলা হয় **প্রমাণ দ্রবণ**।

5% NaOH, ইহা কষ্টিক সোডার একটি প্রমাণ দ্রবণ। 10% HCl ও 14% Na_2CO_3—ইহারাও প্রমাণ দ্রবণের উদাহরণ।

নির্দেশকের বৈশিষ্ট্য : যে পদার্থটিকে নির্দেশকরূপে (Indicator) ব্যবহার করা হয়, তাহা জৈব পদার্থ দ্বারা তৈরী জৈব যৌগবিশেষ। ইহারা সাধারণত প্রশমন বিক্রিয়ায় কোন অংশ গ্রহণ করে না।

সতর্কতা : (i) যে বিক্রিয়ায় কার্বন ডাই-অক্সাইডের ন্যায় অ্যাসিডিক অক্সাইড নির্গত হয় সেরূপ ক্ষেত্রে লিটমাস নির্দেশক ব্যবহার করা হয় না। এরূপ ক্ষেত্রে মিথাইল অরেঞ্জ ব্যবহার করা হয়। (ii) প্রশমন বিক্রিয়ায় অ্যামোনিয়া (NH_3) নির্গত হইলে ফিনপথ্যালিন ব্যবহার করা হয় না।

কোন্ ক্ষেত্রে কিরূপ নির্দেশক ব্যবহার করা প্রয়োজন তাহা অ্যাসিড ও ক্ষারের প্রকৃতির উপর নির্ভর করে। অ্যাসিটিক অ্যাসিড, অক্জেলিক অ্যাসিড ইত্যাদি জৈব অ্যাসিড **মৃদু অ্যাসিড** (weak acid) ; কিন্তু হাইড্রোক্লোরিক, সালফিউরিক, নাইট্রিক অ্যাসিড (HCl, H_2SO_4 ও HNO_3) ইত্যাদি অজৈব অ্যাসিড **তীব্র অ্যাসিড** (strong acid) ; অ্যামোনিয়াম হাইড্রক্সাইড (NH_4OH) মৃদুক্ষার (weak alkali), কিন্তু কষ্টিক সোডা ও কষ্টিক পটাস (NaOH ও KOH) তীব্র ক্ষার (strong alkali)। বিভিন্ন অ্যাসিড ও ক্ষারের প্রশমন ক্রিয়ার নির্দেশক ব্যবহারের রীতি :

টাইট্রেশন বা অনুমাপন (Titration)	উপযোগী নির্দেশক (Indicator)
(i) তীব্র অ্যাসিড ও তীব্র ক্ষার	যে কোন নির্দেশক
(ii) তীব্র অ্যাসিড ও মৃদু ক্ষার	মিথাইল অরেঞ্জ
(iii) মৃদু অ্যাসিড ও তীব্র ক্ষার	ফিনপথ্যালিন বা লিটমাস
(iv) মৃদু অ্যাসিড ও মৃদু ক্ষার	টাইট্রেশন করা চলে না

কয়েকটি নির্দেশকের উদাহরণ

নির্দেশক (Indicator)	বর্ণ প্রশম দ্রবণে (Neutral soln)	বর্ণ অ্যাসিড দ্রবণে (Acid soln)	বর্ণ ক্ষার দ্রবণে (Alkali soln)
1. লিটমাস (Litmus)	বেগুনী	লাল	নীল
2. মিথাইল অরেঞ্জ (Methyl-orange)	কমলা	লালাভ বা লাল	হলুদ
3. ফিনপথ্যালিন (Phenol-phthalein)	বর্ণহীন	বর্ণহীন	লালাভ বা লাল

প্রমাণ দ্রবণ প্রস্তুতির প্রণালী
(Preparation of normal solution)

অ্যাসিড, ক্ষার বা লবণের প্রমাণ দ্রবণ অথবা জ্ঞাত মাত্রার দ্রবণ তৈরী করা হয় নির্দিষ্ট আয়তনের জলে গ্রাম-তুল্যাংক অনুপাতে অ্যাসিড, ক্ষার বা লবণ দ্রবীভূত করিয়া। সুতরাং প্রমাণ দ্রবণ তৈরী করার জন্য অ্যাসিড, ক্ষার ও লবণের **তুল্যাংক ও গ্রাম-তুল্যাংকের** সংজ্ঞা জানা প্রয়োজন। মৌলিক পদার্থের তুল্যাংকের সংজ্ঞা আগেই বর্ণনা করা হইয়াছে। যৌগিক পদার্থের তুল্যাংক ও গ্রাম-তুল্যাংক নিম্নরূপ :

1. **অ্যাসিডের তুল্যাংক ভার ও গ্রাম তুল্যাংক ভার** (Equivalent weight and gram-equivalent weight of acid) :

যত ভাগ ওজনের অ্যাসিডের মধ্যে একভাগ ওজনের প্রতি-স্থাপন-যোগ্য (replaceable) হাইড্রোজেন পাওয়া যায় অ্যাসিডের তত ভাগ ওজন সংখ্যাকে অ্যাসিডের তুল্যাংকভার বলা হয়। যত গ্রাম অ্যাসিডে এক গ্রাম প্রতিস্থাপনযোগ্য হাইড্রোজেন থাকে তত গ্রাম অ্যাসিডকে বলা হয় অ্যাসিডের গ্রাম তুল্যাংকভার।

36·5 গ্রাম (1 + 35·5) ধারণ করে প্রতিস্থাপনযোগ্য 1 গ্রাম হাইড্রোজেন

98 গ্রাম $H_2SO_4(2+32+64)$-এ আছে প্রতিস্থাপনযোগ্য 2 গ্রাম হাইড্রোজেন

$\therefore$ 49 গ্রাম H_2SO_4-এ আছে প্রতিস্থাপনযোগ্য 1 গ্রাম হাইড্রোজেন

63 গ্রাম HNO_3 (1+14+48)-এ আছে প্রতিস্থাপনযোগ্য 1 গ্রাম হাইড্রোজেন

সুতরাং হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের গ্রাম-তুল্যাঙ্ক=36·5 গ্রাম

সালফিউরিক অ্যাসিডের ,, ,, =49 গ্রাম

নাইট্রিক অ্যাসিডের ,, ,, =63 গ্রাম

প্রতিস্থাপনযোগ্য হাইড্রোজেনের সংখ্যা দ্বারা অ্যাসিডের **ক্ষারগ্রাহিতা** (basicity) নির্ণয় করা হয়। সুতরাং সূত্রের ভাষায় অ্যাসিডের গ্রাম তুল্যাংক লেখা যায় :

$$\text{অ্যাসিডের গ্রাম-তুল্যাংক} = \frac{\text{অ্যাসিডের গ্রাম-আণবিক ওজন}}{\text{অ্যাসিডের ক্ষারগ্রাহিতা}}$$

$$HCl\text{-এর গ্রাম-তুল্যাংক} = \frac{1+35{\cdot}5}{1} = 36{\cdot}5 \text{ গ্রাম}$$

$$HNO_3\text{-এর গ্রাম-তুল্যাংক} = \frac{1+14+48}{1} = 63 \text{ গ্রাম}$$

$$H_2SO_4\text{-এর গ্রাম-তুল্যাংক} = \frac{2+32+64}{2} = 49 \text{ গ্রাম}$$

2. **ক্ষারের তুল্যাংক ও গ্রাম-তুল্যাংক** (Equivalent and Gram-equivalent weight of Alkali)

যত ভাগ ওজনের ক্ষার একভাগ তুল্যাংকের অ্যাসিডকে সম্পূর্ণরূপে প্রশমিত করিতে পারে তত ভাগ ওজনকে বলা হয়, ক্ষারের তুল্যাংক। এক গ্রাম তুল্যাংক পরিমাণ অ্যাসিডকে যত গ্রাম ক্ষার সম্পূর্ণরূপে প্রশমিত করে তত গ্রাম ওজনকে বলা হয়, ক্ষারের গ্রাম-তুল্যাংক।

অ্যাসিড ও ক্ষারের প্রশমন ক্রিয়ার একটি হাইড্রোজেন (H)-পরমাণু একটি হাইড্রক্সিল (OH) মূলকের সঙ্গে বিক্রিয়া ঘটায়। সুতরাং ক্ষারে কয়টি OH মূলক বর্তমান তাহার সংখ্যা দ্বারা ক্ষারের গ্রাম-তুল্যাংক নির্ণয় করা যায়। অর্থাৎ,

$$\text{ক্ষারের গ্রাম-তুল্যাংক} = \frac{\text{ক্ষারের গ্রাম-আণবিক ওজন}}{\text{হাইড্রক্সিল মূলকের সংখ্যা}}$$

$$= \frac{\text{ক্ষারের গ্রাম-আণবিক ওজন}}{\text{ক্ষারের অ্যাসিডগ্রাহিতা}}$$

যদি ক্ষারক, অক্সাইড জাতীয় হয় তবে প্রশমন ক্রিয়ার একটি অক্সিজেন (O) পরমাণুর জন্য দুইটি হাইড্রোজেন (H) পরমাণুর প্রয়োজন। যথা : $MgO+2HCl=MgCl_2+H_2O$: সুতরাং অক্সাইড জাতীয় ক্ষারের প্রতিটি প্রশমন-ক্রিয়ার-অংশ-গ্রহণকারী অক্সিজেন (O) পরমাণুর জন্য ক্ষারকের অ্যাসিডগ্রাহিতা (acidity) হইবে **দুই**। কষ্টিক সোডাতে (NaOH) হাইড্রক্সিল (OH)-মূলকের সংখ্যা 1, সুতরাং NaOH-এর তুল্যাংক$=\frac{23+16+1}{1}=40$ গ্রাম। কষ্টিক পটাশে (KOH)

OH-মূলকের সংখ্যা 1, সুতরাং KOH-এর গ্রাম তুল্যাংক $= \frac{39+16+1}{1} = 56$ গ্রাম ক্যালসিয়াম হাই-ড্রক্সাইডে OH-মূলকের সংখ্যা = 2 ; সুতরাং $Ca(OH)_2$-এর গ্রাম-তুল্যাংক $= \frac{40+32+2}{2} = 37$ গ্রাম।

CaO--এর গ্রাম-তুল্যাংক $= \frac{40+16}{2} = 28$; Fe_2O_3-এর গ্রাম-তুল্যাংক $= \frac{112+48}{6} = 26{\cdot}66$

3. **লবণের তুল্যাংক ও গ্রাম-তুল্যাংক** (Equivalent and Gram-equivalent weight of salt) :

যত ভাগ ওজনের লবণে হাইড্রোজেনের সম-তুল্যাংক পরিমাণের ধাতু (metal) পাওয়া যায় সেই ওজন সংখ্যাকে লবণের তুল্যাংক বলা হয়। যত গ্রাম লবণে এক গ্রাম-তুল্যাংক পরিমাণ হাইড্রোজেনের সম-তুল্যাংক ধাতু পাওয়া যায়, তত গ্রাম ওজনকে লবণের গ্রাম-তুল্যাংক বলা হয়।

$$\text{একটি ধাতুর গ্রাম-তুল্যাংক} = \frac{\text{ধাতুর গ্রাম-পারমাণবিক ওজন}}{\text{ধাতুর যোজ্যতা}}$$

$$\text{সেইরূপ, লবণের গ্রাম-তুল্যাংক} = \frac{\text{লবণের আণবিক ওজন}}{\text{লবণে অবস্থিত ধাতুর সমগ্র যোজ্যতা}}$$

$$= \frac{\text{লবণের গ্রাম-আণবিক ওজন}}{\text{ধাতুর পরমাণুর সংখ্যা} \times \text{যোজ্যতা}}$$

সোডিয়াম কার্বনেটের (Na_2CO_3) গ্রাম-তুল্যাংক

$$= \frac{23 \times 2 + 12 + 16 \times 3}{1 \times 2} = \frac{106}{2} = 53 \text{ গ্রাম}$$

ক্যালসিয়াম কার্বনেটের ($CaCO_3$)-গ্রাম তুল্যাংক

$$= \frac{40 + 12 + 16 \times 3}{1 \times 2} = \frac{100}{2} = 50 \text{ গ্রাম}$$

সিলভার নাইট্রেটের ($AgNO_3$) গ্রাম তুল্যাংক

$$= \frac{108 + 14 + 3 \times 16}{1 \times 1} = 170 \text{ গ্রাম}$$

কপার সালফেটের ($CuSO_4, 5H_2O$) গ্রাম তুল্যাংক

$$= \frac{63{\cdot}5 + 32 + 4 \times 16 + 5 \times 18}{2 \times 1} = \frac{249{\cdot}5}{2} = 124{\cdot}75$$

ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইডের (MgO) গ্রাম-তুল্যাংক

$$= \frac{24 + 16}{2 \times 1} = \frac{40}{2} = 20 \text{ গ্রাম}$$

কয়েকটি অ্যাসিড, ক্ষারক ও অন্য যৌগের গ্রাম-তুল্যাংক

অ্যাসিড (Acid),	আণবিক ওজন (Mol. wt.)	ক্ষারগ্রাহিতা (Basicity)	গ্রাম তুল্যাঙ্ক (Gram-Eqv.)
হাইড্রোক্লোরিক—HCl	36·5	1	36·5 গ্রাম
নাইট্রিক—HNO_3	63	1	63 ,,
সালফিউরিক—H_2SO_4	98	2	49 ,,
ক্ষার (Alkali)	আণবিক ওজন (Mol. wt.)	অ্যাসিড গ্রাহিতা বা অ্যাসিডিটি (Acidity)	গ্রাম-তুল্যাঙ্ক (Gram-Eq.)
কষ্টিক সোডা—NaOH	40	1	40
কষ্টিক পটাস—KOH	56	1	56
লবণ (Salt)	আনবিক ওজন (Mol. wt)	সমগ্র যোজ্যতা (Total val,)	গ্রাম-তুল্যাঙ্ক (Gram-Eqv.)
সোডিয়াম কার্বনেট—Na_2CO_3	106	2	53

নর্ম্যাল দ্রবণ (Normal Solution)

এক গ্রাম তুল্যাংক পরিমাণ কোন পদার্থ জলে দ্রবীভুত করিয়া দ্রবণের আয়তন 1000 ml. তথা 1 লিটার করা হইলে সেই দ্রবণকে বলা হয় নর্ম্যাল দ্রবণ।

নর্ম্যাল দ্রবণ লেখা হয় (N)—এই চিহ্ন দ্বারা; (N)H_2SO_4, (N)NaOH—ইহার অর্থ সালফিউরিক অ্যাসিড ও কষ্টিক সোডার নর্ম্যাল দ্রবণ।

নর্ম্যাল দ্রবণের সংজ্ঞা অনুযায়ী ঃ

1000 ml. (N) H_2SO_4 দ্রবণে থাকে 49 গ্রাম H_2SO_4
1000 ml. (N) Na_2CO_3 দ্রবণে··· 53 গ্রাম Na_2CO_3
1000 ml. (N) HCl দ্রবণে থাকে 36·5 গ্রাম HCl
1000 ml. (N) NaOH··· 40 গ্রাম NaOH

মোলার সল্যুশন বা আণব দ্রবণ (Molar solution) ঃ গ্রাম-তুল্যাংকের পরিবর্তে গ্রাম আণবিক ওজনের মাত্রায় দ্রবণের পরিচয় দেওয়া যায়।

1000 ml. দ্রবণে যদি এক গ্রাম-আণবিক ওজনের কোন পদার্থ দ্রবীভূত থাকে তবে সেই দ্রবণকে আণব বা মোলার দ্রবণ (Molar solution) বলা হয়।

H_2SO_4-এর মোলার দ্রবণে, H_2SO_4 থাকে 98 গ্রাম কিন্তু H_2SO_4-এর নর্ম্যাল দ্রবণে H_2SO_4 থাকে 49 গ্রাম। HCl-এর মোলার দ্রবণে HCl থাকে 36·5 গ্রাম এবং HCl-এর নর্ম্যাল দ্রবণেও HCl থাকে 36·5 গ্রাম।

যদি কোন যৌগের গ্রাম-আণবিক ওজন ও গ্রাম-তুল্যাংক এক হয় তবে মোলার দ্রবণ ও নর্ম্যাল দ্রবণের মাত্রা বা শক্তিও হয় এক।

অম্লমিতি বা ক্ষারমিতি পরীক্ষার জন্য নর্ম্যাল দ্রবণের মাত্রা বা শক্তি (strength) অতিরিক্ত তীব্র হইয়া পড়ে। তাই সাধারণতঃ নর্ম্যাল দ্রবণের অর্ধাংশ, দশমাংশ বা শতাংশ মাত্রার দ্রবণ টাইট্রেশনে ব্যবহার করা হয়। এরূপ দ্রবণের পরিচয় দেওয়া হয় নিম্নরূপে :

দ্রবণের মাত্রা	দ্রবণের সাংকেতিক চিহ্ন	লিটার প্রতি ওজন
নর্ম্যাল	(N)	1 গ্রাম-তুল্যাংক
অর্ধ নর্ম্যাল	$\left(\frac{N}{2}\right)$ বা ·5N	$\frac{1}{2}$ গ্রাম-তুল্যাংক
দশমাংশিক নর্ম্যাল	$\left(\frac{N}{10}\right)$ বা ·1N	$\frac{1}{10}$ গ্রাম-তুল্যাংক
শতাংশিক নর্ম্যাল	$\left(\frac{N}{100}\right)$ বা ·01N	$\frac{1}{100}$ গ্রাম-তুল্যাংক
দ্বিগুণ নর্ম্যাল	2 (N)	2 গ্রাম-তুল্যাংক

কয়েকটি উদাহরণ :

1000 ml. (N) HCl দ্রবণে থাকে 36·5 গ্রাম HCl

1000 ml. $\left(\frac{N}{2}\right)$ HCl……$\frac{36·5}{2}$ গ্রাম HCl

1000 ml. $\left(\frac{N}{10}\right)$ HCl……$\frac{36·5}{10}$ গ্রাম HCl

1000 ml. x (N) HCl…x36·5 গ্রাম HCl

100 ml. (N) HCl……$\frac{36·5}{10}$ গ্রাম HCl

$\therefore$ 100 ml. (N) HCl$\equiv$1000 $\left(\frac{N}{10}\right)$ HCl

অর্থাৎ 1 ml. (N) HCl$\equiv$10 ml. $\left(\frac{N}{10}\right)$ HCl

অর্থাৎ 10 ml. of x (N) HCl$\equiv(10\times x)$ ml, (N) HCl

এই সম্বন্ধটি সাধারণ সূত্রাকারে লেখা যায় :

y. ml. x (N) **দ্রবণ**$\equiv(y\times x)$ ml. (N) **দ্রবণ**

দ্রবণের মাত্রা পরিবর্তন (Change of Strength) **:**

বিভিন্ন মাত্রার দ্রবণ পারস্পরিক বিক্রিয়ায় প্রশমিত করা হয়। তাই কিভাবে একমাত্রার দ্রবণের সঙ্গে অন্য মাত্রার দ্রবণের সম্বন্ধ সাধারণভাবে নির্ণয় করা যায়, সে সম্বন্ধে কতকগুলি সাধারণ সূত্র জানা প্রয়োজন।

1. শতাংশিক মাত্রাকে নর্ম্যাল মাত্রায় পরিবর্তন (Percentage strength to Normality) :

10% NaOH দ্রবণ কত নর্ম্যাল মাত্রার দ্রবণ ? 10% NaOH দ্রবণের অর্থ 100 ml. দ্রবণে 10 গ্রাম NaOH অর্থাৎ 100 ml. দ্রবণে 10×10=100 গ্রাম NaOH ; কিন্তু নর্ম্যাল দ্রবণের 1000 ml. দ্রবণে থাকে 40 গ্রাম NaOH ; সুতরাং 100 ml. দ্রবণে 100 গ্রাম NaOH তৈরী করে

$$=\frac{100}{40}\text{ (N) NaOH}=2\cdot5\text{ (N)NaOH}$$

অর্থাৎ 10% NaOH দ্রবণ = 2·5 (N) NaOH

অনুরূপভাবে, 6% NaOH $=\frac{60}{40}$ (N) NaOH

5% $H_2SO_4=\frac{50}{49}$ (N) H_2SO_4 ; 4% HCl $=\frac{40}{36\cdot5}$ (N) HCl

2. নর্ম্যাল মাত্রাকে লিটার-প্রতি গ্রাম হিসাবের ওজনে পরিবর্তন (Normality to Gram per litre) :

প্রতি লিটারে গ্রাম হিসাবে ওজন = নর্ম্যাল মাত্রা × গ্রাম-তুল্যাংক

6 (N) HCl দ্রবণের অর্থ প্রতি 1000 ml. HCl দ্রবণে থাকে (6 × 36·5) গ্রাম HCl

0·78 $\left(\frac{N}{10}\right)$ NaOH দ্রবণের অর্থ প্রতি 1000 ml. NaOH দ্রবণে থাকে

$$\left(\frac{\cdot78\times40}{40}\right)\text{ গ্রাম NaOH}$$

সেইরূপে, 200 ml. 1·5 (N) Na_2CO_3 দ্রবণে Na_2CO_3 থাকে

$$\left(\frac{1\cdot5\times53\times200}{1000}\right)\text{ গ্রাম } Na_2CO_3$$

3. লিটার-প্রতি গ্রাম হিসাবের ওজনকে নর্ম্যাল মাত্রায় পরিবর্তন (Gram per litre to Normality) :

সংজ্ঞানুযায়ী, **নর্ম্যালমাত্রা** $=\frac{\text{লিটার-প্রতি গ্রাম হিসাবে ওজন}}{\text{গ্রাম-তুল্যাংক}}$

অম্লমিতি ও ক্ষারমিতির চারিটি মূল সূত্র (Four Principles) :

1000 ml. NaOH দ্রবণে 8 গ্রাম NaOH $=\frac{8}{40}$(N) NaOH

1000 ml. HCl দ্রবণে 36·5 গ্রাম HCl $=\frac{36\cdot5}{36\cdot5}$ (N) HCl = (N) HCl

100 ml. H_2SO_4 দ্রবণে 98 গ্রাম $H_2SO_4=\frac{98}{49}$ (N) H_2SO_4 = 2(N) H_2SO_4

(i) **প্রথম সূত্র :** 1 ml. (N) দ্রবণ ≡ 10 ml. $\left(\frac{N}{10}\right)$ দ্রবণ

$$\equiv 2\text{ ml. }\left(\frac{N}{2}\right)\text{ দ্রবণ}\equiv 100\text{ ml. }\left(\frac{N}{100}\right)\text{ দ্রবণ}$$

(ii) **দ্বিতীয় সূত্র : সম মাত্রার (strength) আসিড ও ক্ষার দ্রবণ সম আয়তনে পরস্পরকে প্রশমিত করে।** যথা :

NaOH, HCl ও H_2SO_4—ইহাদের গ্রাম-তুল্যাংক যথাক্রমে 40, 36·5 এবং 49 ; অর্থাৎ 40 গ্রাম NaOH প্রশমিত করে 36·5 গ্রাম HCl অথবা 49 গ্রাম H_2SO_4 অর্থাৎ,

সমান গ্রাম-তুল্যাংক অনুযায়ী অ্যাসিড ও ক্ষার পরস্পরকে প্রশমিত করে। নর্ম্যাল দ্রবণের সংজ্ঞা অনুযায়ী :

1000 ml. (N) NaOH দ্রবণে থাকে 40 গ্রাম NaOH

1000 ml. (N) HCl দ্রবণে থাকে 36·5 গ্রাম HCl

1000 ml. (N) H_2SO_4 দ্রবণে থাকে 49 গ্রাম H_2SO_4

সুতরাং 1000 ml. (N) NaOH প্রশমিত করে 1000 ml. (N) H_2SO_4

অথবা 1000 ml. (N) HCl

অর্থাৎ 1 ml (N) NaOH প্রশমিত করে 1 ml. (N) H_2SO_4

অথবা 1 ml. (N) HCl

অর্থাৎ 1 ml (N) দ্রবণের যে-কোন ক্ষার প্রশমিত করে 1 ml. (N) দ্রবণের যে কোন অ্যাসিড। **অর্থাৎ সম-মাত্রার ক্ষার ও অ্যাসিড দ্রবণ পরস্পরকে সম-আয়তনে প্রশমিত করে।**

(iii) **তৃতীয় সূত্র : প্রতিটি প্রশমন ক্রিয়ায় :**

$$\frac{\text{অ্যাসিডের মাত্রা } (S_1)}{\text{ক্ষারের মাত্রা } (S_2)} = \frac{\text{ক্ষারের আয়তন } (V_2)}{\text{অ্যাসিডের আয়তন } (V_1)}$$

অর্থাৎ, **অ্যাসিডের মাত্রা (S_1) × আসিডের আয়তন (V_1)**

= ক্ষারের মাত্রা (S_2) × ক্ষারের আয়তন (V_2)

(iv) **চতুর্থ সূত্র : অজ্ঞাত মাত্রার দ্রবণকে নর্ম্যাল মাত্রায় পরিবর্তন :**

মনে কর, (ক) 15 ml. (N) অ্যাসিড≡5 ml. অজ্ঞাত মাত্রার ক্ষার দ্রবণ।

ইহার অর্থ ক্ষারের মাত্রা (Strength) অ্যাসিডের চেয়ে বেশী। সুতরাং অজ্ঞাত মাত্রার ক্ষারকে নর্ম্যাল দ্রবণে পরিণত করার জন্য (15 – 5) ml. অর্থাৎ 10 ml. জল প্রতি 5 ml. ক্ষার দ্রবণে মিশাইতে হইবে।

(খ) 100 ml. 2·5 (N) দ্রবণ = 100 – 2·5 ml. (N) দ্রবণ

= 250 ml. (N) দ্রবণ

সুতরাং এই দ্রবণকে যথার্থ নর্ম্যাল দ্রবণে পরিণত করার জন্য (250 – 100) ml. অর্থাৎ 150 ml. জল প্রতি 100 ml. দ্রবণে মিশাইতে হইবে।

(গ) 20 ml. $\cdot 25\left(\frac{N}{10}\right)$ দ্রবণ $=\frac{20\times\cdot 25}{10}$ ml. (N) দ্রবণ

$=0\cdot5$ ml. (N) দ্রবণ

$=(0\cdot5\times10)$ ml. $\left(\frac{N}{10}\right)$ দ্রবণ

$=\cdot5$ ml. $\left(\frac{N}{10}\right)$ দ্রবণ

সুতরাং, $\cdot25\left(\frac{N}{10}\right)$ দ্রবণ $\frac{N}{10}$ দ্রবণে পরিণত করার জন্য $(20-5)$ ml. অর্থাৎ 15 ml. জল প্রতি 20 ml. দ্রবণে মিশাইতে হইবে।

নর্ম্যাল দ্রবণ প্রস্তুতি (Preparation of Normal Solution) :

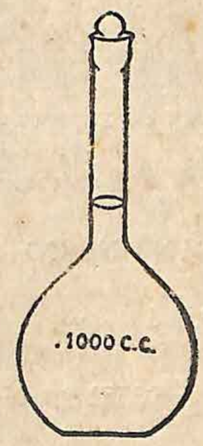
যন্ত্রাদি (Apparatus) : তুলাদণ্ড বা ব্যালেন্স (Balance) বিভিন্ন আয়তনের মাপক ফ্লাস্ক (Measuring flask), অংশাংকিত সিলিণ্ডার (Graduated cylinder) পিপেট, ব্যুরেট ও তোলন বোতল (weighing bottle)।

1. দশমাংশিক নর্ম্যাল $\left(\frac{N}{10}\right)$ সোডিয়াম কার্বনেট (Na_2CO_3) **দ্রবণ প্রস্তুতি** [Preparation of $\left(\frac{N}{10}\right)$ Na_2CO_3 soln.]

সোডিয়াম কার্বনেটের গ্রাম-তুল্যাংক $\frac{2\times23+12+48}{2}=53$ গ্রাম।

সুতরাং $\left(\frac{N}{10}\right)$ দ্রবণ তৈরী করার জন্য প্রতি লিটারে (1000 c.c. বা ml.) 5·3 গ্রাম Na_2CO_3 প্রয়োজন।

প্রস্তুতি (Process) : একটি তোলন বোতলে (weighing bottle) বিশুদ্ধ ও শুষ্ক সোডিয়াম কার্বনেট লও এবং ঠিক 5·3 সোডিয়াম কার্বনেট (Na_2CO_3) ওজন কর। এই 5·2 গ্রাম সোডিয়াম কার্বনেট একটি 1000 ml. ফ্লাস্কে ঢাল। ফ্লাস্কের অর্ধেক পরিমাণে জল ঢাল এবং সোডিয়াম কার্বনেট দ্রবীভূত কর। এখন এই দ্রবণে জল ঢালিয়া ফ্লাস্কের 1000 ml. চিহ্ন বা দাগ পর্যন্ত পূর্ণ কর এবং কয়েকবার ফ্লাস্কটি ঝাঁকাইয়া লও। এইভাবে যে দ্রবণ তৈরী হইল তাহাই $\left(\frac{N}{10}\right)$ Na_2CO_3।



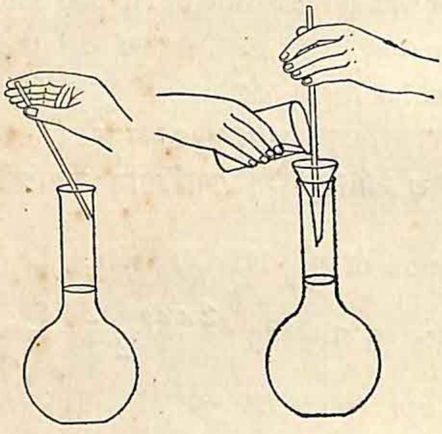
মাপক ফ্লাস্ক

যদি 1000 ml. ফ্লাস্কের বদলে 250 ml. ফ্লাস্ক লওয়া হয় তবে সোডিয়াম

কার্বনেট লইতে হইবে $5·3/4=1·325$ গ্রাম এবং 100 ml. ফ্লাস্ক লওয়া হইলে সোডিয়াম কার্বনেট লওয়া হইবে $5·3/10=0·53$ গ্রাম।

গুণনীয়ক (Factor) নির্ণয়ঃ যতখানি প্রয়োজন ঠিক ততখানি পরিমাণে কোন পদার্থ রাসায়নিক তুলাদণ্ডে ওজন করা অত্যন্ত কষ্টকর ও সময়সাপেক্ষ। তাই যে-ওজন প্রয়োজন তার কাছাকাছি অর্থাৎ কিছু বেশী পরিমাণ দ্রাব্য বস্তু ওজন করা হয় এবং নিম্নলিখিত উপায়ে দ্রবণের শক্তি বা মাত্রা নির্ণয় করা হয়।

মনে কর, 5·3 গ্রামের পরিবর্তে Na_2CO_3 ওজন করা হইল 5·3552 গ্রাম এবং ইহা 1000 ml. জলে দ্রবীভূত করিয়া দ্রবণ তৈয়ারী করা হইল।



দ্রবণ প্রস্তুতি

এরূপ ক্ষেত্রে দ্রবণের মাত্রা ঠিক $\left(\frac{N}{10}\right)$ নয়, ইহার চেয়ে কিছু বেশী। এই মাত্রা কত বেশী তাহা নির্ণয় করা যায় এইভাবে :

5·3 গ্রাম Na_2CO_3 1000 ml. জলে মিশাইয়া $\left(\frac{N}{10}\right)$ দ্রবণ তৈরী হয়

$\therefore$ 1 ... ... $\frac{1}{5·3}$ $\left(\frac{N}{10}\right)$ ... ...

এবং 5·3552 গ্রাম Na_2CO_3 1000 ml. জলে মিশাইয়া $\frac{5·3552}{5·3}\left(\frac{N}{10}\right)$ দ্রবণ তৈরী হয়

$$=1·01\left(\frac{N}{10}\right) Na_2CO_3 \quad \ldots \quad \ldots \quad \ldots$$

অর্থাৎ, 5·3552 গ্রাম Na_2CO_3 1000 ml. জলে মিশাইয়া

$1·01 \left(\frac{N}{10}\right) Na_2CO_3$ দ্রবণ তৈরী হয়।

এই **1·01 সংখ্যাকে** বলা হয় $\left(\frac{N}{10}\right)$ দ্রবণের **গুণনীয়ক** (Factor)।

স্থতরাং দ্রবণের মাত্রা (strength) $= 1·01 \left(\frac{N}{10}\right) Na_2CO_3$

ইহার অর্থ 1 ml. $1·01 \left(\frac{N}{10}\right)$ দ্রবণ $= 1·01$ ml. $\left(\frac{N}{10}\right)$ দ্রবণ

$\therefore$ 1000 ml. $1·01 \left(\frac{N}{10}\right)$ দ্রবণ $= 1010$ ml $\left(\frac{N}{10}\right)$ দ্রবণ

স্থতরাং $1·01 \left(\frac{N}{10}\right)$ দ্রবণকে যথার্থ $\left(\frac{N}{10}\right)$ দ্রবণে পরিণত করার জন্য 1000 ml. $1·01 \left(\frac{N}{10}\right) Na_2CO_3$ দ্রবণে $(1010—1000) = 10$ ml. জল মিশাইতে হইবে।

পদ্ধতির বিস্তৃত বিবরণ

(ক) **সোডিয়াম কার্বনেটের ওজন গ্রহণ**ঃ সাধারণ তুলাদণ্ডে মাপার সময় ওজন রাখা হয় বাম পাশের পাল্লায় এবং যে জিনিস মাপা হয় তাহা রাখা হয় ডান পাশের পাল্লায়। কিন্তু **রাসায়নিক তুলাদণ্ডে সূক্ষ্ম ওজন গ্রহণ করা হয় বলিয়া ওজন রাখা হয় ডান পাল্লায় এবং যে দ্রব্যের ওজন গ্রহণ করা হয় তাহা রাখা হয় বাম পাল্লায়।**

(i) একটি পরিষ্কার 250 ml. **মাপক ফ্লাস্ক** লও। ফ্লাস্কের মুখে একটি পরিস্কার ফানেল বসাইয়া ফানেলসহ ফ্লাস্কটি তুলা অর্থাৎ **ব্যালেন্সের** কাছে রাখ।

(ii) একটি **তোলন বোতলে** (weighing bottle) **বিশুদ্ধ ও অনার্দ্র** সোডিয়াম কার্বনেট (Na_2CO_3) লও। বোতলটি বাম পাল্লায় রাখ এবং ডান পাল্লায় ওজন রাখিয়া সোডিয়াম কার্বনেট ভরা বোতলটির ওজন লও। মনে কর, এই ওজন $= W_1$ গ্রাম।

(iii) 250 ml. মাপক ফ্লাস্কে $\left(\frac{N}{10}\right)$ দ্রবণ তৈরী করার জন্য সোডিয়াম কার্বনেট প্রয়োজন 1·325 গ্রাম। স্থতরাং সোডিয়াম কার্বনেট (Na_2CO_3) নিতে হইবে 1·325 গ্রাম-এর কাছাকাছি। তাই ডান পাল্লা হইতে 1·3 গ্রাম ওজন তুলিয়া লও। ওজন অপসারিত করার ফলে বাম পাল্লা ভারী হইবে।

(iv) সোডিয়াম কার্বনেট ভরা তোলন বোতল কয়েকবার তুলিয়া লও এবং বোতলের মুখ খুলিয়া তর্জনীর সাহায্যে বোতলে ধীরে টোকা দিয়া ফ্লাস্কের মুখে বসান ফানেলের ছিদ্র পথে অল্প অল্প করিয়া সোডিয়াম কার্বনেট চূর্ণ ফেল। তোলন বোতল আবার পাল্লায় রাখ। কয়েকবার অল্প অল্প করিয়া ফানেলের মাধ্যমে মাপক ফ্লাস্কে সোডিয়াম কার্বনেট ঢালিবার ফলে যদি দেখা যায় যে, তুলায় পয়েণ্টার প্রায় মাঝখানে আসিয়া দাঁড়াইয়াছে অর্থাৎ দুই পাল্লার ওজন প্রায় সমান হইয়াছে। তখন, সোডিয়াম কার্বনেট ভরা তোলন বোতলের ঠিক ওজন লও। মনে কর, ওজন $=W_2$ গ্রাম।

(খ) **দ্রবণ প্রস্তুতি :** (i) জলের বোতলেব জেট-নল বা ছুঁচাল মুখ হইতে **পাতিত জলের** ধারা দিয়া সাবধানে ফানেল হইতে সবটুকু সোডিয়াম কার্বনেট ধুইয়া ফ্লাস্কের মধ্যে ফেল। ইহার পরে ফানেলটি খুলিয়া লও এবং ফানেলের নলটির বাইরের দিকটিও ধুইয়া ধৌত-জলধারা ফ্লাস্কের মধ্যে ফেল। **সব সময় লক্ষ্য রাখ যে বিন্দুমাত্র সোডিয়াম কার্বনেট যেন ফানেলের গায় লাগিয়া না থাকে অথবা মাপক ফ্লাস্কের বাইরে না পড়ে।**

(ii) এখন মাপক ফ্লাস্কে জলের বোতল হইতে জল ঢালিয়া অর্ধেক ভর এবং ফ্লাস্কের ছিপি লাগাইয়া মুখ বন্ধ করিয়া সাবধানে ঝাঁকাইয়া সোডিয়াম কার্বনেট দ্রবীভূত কর।

(iii) বোতলে আবার জল ঢালিয়া প্রথমে মাপক ফ্লাস্কে গলার কাছাকাছি পর্যন্ত জল ভর। তারপরে ধীরে ধীরে জলের বোতলের **জেটমুখ হইতে** ফোঁটা ফোঁটা করিয়া জল ফেলিয়া মাপক বোতলের **দাগ বা চিহ্নিত** অংক (mark) **পর্যন্ত জল ভর। লক্ষ্য রাখ যে জলের সমতল এবং চিহ্নিত অংক যেন সমরেখায় থাকে।**

(গ) **লেবেল লাগান :** কত ফ্যাকটর গুণনীয়ক তাহার অংক সহ দ্রবণের মাত্রা $\left\{\left(\frac{N}{10}\right) Na_2CO_3\right\}$ নির্দেশকারী লিখিত লেবেল বোতলের গায় লাগাইয়া রাখ।

(ঘ) **গণনা :** প্রথম ওজন : তোলন বোতল $+ Na_2CO_3 = W_1$

দ্বিতীয় ওজন : তোলন বোতল + বাকী $Na_2CO_3 = W_2$

গৃহীত সোডিয়াম কার্বনেটের ওজন $= W_1 - W_2$

$\therefore$ সোডিয়াম কার্বনেটের নর্ম্যালিটি ফ্যাক্টর বা গুণনীয়ক

$$\frac{W_1 - W_2}{1{\cdot}325}\left(\frac{N}{10}\right)$$

2. **সালফিউরিক অ্যাসিডের দশমাংশিক নর্ম্যাল দ্রবণ $\left(\frac{N}{10}\right) H_2SO_4$ প্রস্তুতি [Preparation of $\left(\frac{N}{10}\right) H_2SO_4$ Solution] :**

সালফিউরিক অ্যাসিড অনার্দ্র বা বিশুদ্ধ অবস্থায় পাওয়া যায় না। তাই ওজন করিয়া বা আয়তন মাপিয়া সালফিউরিক অ্যাসিডের **যথার্থ নর্ম্যাল** বা আংশিক নর্ম্যাল দ্রবণ তৈরী করা সম্ভব নয়। প্রথমে সালফিউরিক অ্যাসিডের **আনুমানিক মাত্রার** দ্রবণ তৈরী করা হয়। ইহা সুনির্দিষ্ট নর্ম্যাল মাত্রার সোডিয়াম কার্বনেট (Na_2CO_3) দ্রবণের সঙ্গে **টাইট্রেট** বা প্রশমিত করিয়া সালফিউরিক অ্যাসিডের সুনির্দিষ্ট নর্ম্যাল মাত্রার দ্রবণ তৈরী করা হয়।

(i) **পদ্ধতির মূলনীতি ঃ** সালফিউরিক অ্যাসিডের তুল্যাংক 49 ঃ সুতরাং 1 লিটার $\left(\frac{N}{10}\right)$ H_2SO_4 তৈরী করার জন্য প্রয়োজন 4·9 গ্রাম H_2SO_4।

সাধারণ সালফিউরিক অ্যাসিডের মাত্রা 98% এবং ইহার ঘনত্ব 1·84; সুতরাং, 98 গ্রাম H_2SO_4 থাকে 100 গ্রাম সাধারণ H_2SO_4-এর মধ্যে

$$\therefore \quad 4{\cdot}9 \text{ গ্রাম} \cdots\cdots \frac{4{\cdot}9\times100}{98}=5 \text{ গ্রামের মধ্যে}$$

$$5 \text{ গ্রাম } H_2SO_4\text{-এর আয়তন}=\frac{M}{D}=\frac{5}{1{\cdot}84}=2{\cdot}7 \text{ ml.}$$

সুতরাং 1000 ml. $\left(\frac{N}{10}\right)$ H_2SO_4 তৈরী করার জন্য 2·7 ml.

H_2SO_4 প্রয়োজন।

$$500 \text{ ml.} \cdots\cdots \frac{2{\cdot}2}{2}=1{\cdot}35 \text{ ml. } H_2SO_4 \text{ প্রয়োজন।}$$

250 ml. $\left(\frac{N}{10}\right)$ H_2SO_4 তৈরী করার জন্য

$$\frac{2{\cdot}7}{4}=6{\cdot}75 \text{ ml. } H_2SO_4 \text{ প্রয়োজন।}$$

2·7 ml. H_2SO_4 অ্যাসিড সহজেই পিপেট বা ব্যুরেটের সাহায্যে মাপা যায়। এই অ্যাসিড মাপিয়া 1000 ml. ফ্লাস্কে ঢাল। ইহার মধ্যে জল মিশাইয়া 1000 ml. চিহ্ন পর্যন্ত ফ্লাস্কটি পূর্ণ কর। এখন যে দ্রবণ তৈরী হইল তাহাই H_2SO_4-এর **আনুমানিক** (approximate) $\left(\frac{N}{10}\right)$ দ্রবণ, ইহা **সঠিক** (accurate) $\left(\frac{N}{10}\right)$ দ্রবণ নয়। কারণ এইভাবে সালফিউরিক অ্যাসিডের নর্ম্যাল বা আংশিক নর্ম্যাল দ্রবণ তৈরী করা সম্ভব নয়।

অনুরূপ পদ্ধতিতে HCl বা HNO_3 অ্যাসিডের আনুমানিক মাত্রার দ্রবণ তৈরী করা হয়।

সঠিক $\left(\frac{N}{10}\right)$ H_2SO_4 **অ্যাসিড দ্রবণ তৈরী করার জন্য সঠিক** $\left(\frac{N}{10}\right)$ Na_2CO_3 **দ্রবণের সঙ্গে আনুমানিক মাত্রার সালফিউরিক অ্যাসিড** (H_2SO_4) **টাইট্রেট বা প্রশমিত করিয়া সালফিউরিক অ্যাসিডের সঠিক মাত্রা নির্ণয় করিতে হয়।**

মনে কর, 10 ml. $\left(\frac{N}{10}\right)Na_2CO_3 = 9{\cdot}5$ ml. H_2SO_4

$\therefore$ 1000 ml. $\left(\frac{N}{10}\right)Na_2CO_3 = 95$ ml. H_2SO_4

কিন্তু 1000 ml. $\left(\frac{N}{10}\right)Na_2CO_3$ দ্রবণে আছে 5·3 গ্রাম Na_2CO_3

এবং 5·3 গ্রাম Na_2CO_3 প্রশমনের জন্য প্রয়োজন 4·9 গ্রাম H_2SO_4

সুতরাং 950 ml. H_2SO_4-এর মধ্যে আছে 4·9 গ্রাম H_2SO_4 অ্যাসিড।

এই অ্যাসিডের মধ্যে (1000 − 950) অর্থাৎ 50 ml. জল মিশাইলে **আনুমানিক** $\left(\frac{N}{10}\right)$ H_2SO_4 দ্রবণ **সঠিক** $\left(\frac{N}{10}\right)$ H_2SO_4 দ্রবণে পরিণত হইবে।

এইভাবে **আনুমানিক** $\left(\frac{N}{10}\right)$ HCl বা $\left(\frac{N}{10}\right)$ HNO_3 দ্রবণকেও **সঠিক** $\left(\frac{N}{10}\right)Na_2CO_3$ দ্রবণের সঙ্গে প্রশমিত বা টাইট্রেট করিয়া **সঠিক** $\left(\frac{N}{10}\right)$ HCl বা $\left(\frac{N}{10}\right)HNO_3$ দ্রবণ তৈরী করা হয়।

3. $\left(\frac{N}{10}\right)$NaOH **দ্রবণ প্রস্তুতি :** [Preparation of $\left(\frac{N}{10}\right)$NaOH Solution] :

সোডিয়াম হাইড্রক্সাইডের (NaOH) গ্রাম-তুল্যাংক = 40 ; সুতরাং 1 লিটার $\left(\frac{N}{10}\right)$ দ্রবণ তৈরী করার জন্য 4 গ্রাম NaOH প্রয়োজন। কিন্তু সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড অত্যন্ত উদগ্রাহী পদার্থ। তাই ইহা সঠিকভাবে ওজন করা যায় না। সেইজন্য প্রথমে মোটামুটি 4 গ্রাম সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড (NaOH) ওজন করিয়া 1000 ml. ফ্লাস্কে **চিহ্নাঙ্ক** পর্যন্ত জল মিশাইয়া সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড (NaOH)-এর **আনুমানিক** $\left(\frac{N}{10}\right)$ দ্রবণ তৈরী করা হয়। এই **আনুমানিক** $\left(\frac{N}{10}\right)$ NaOH দ্রবণ **সঠিক**

$\left(\frac{N}{10}\right)$ HCl বা H_2SO_4 অ্যাসিড দ্রবণের সঙ্গে প্রশমিত করিয়া ইহার সঠিক মাত্রা নির্ণয় করা হয়।

মনে করে, টাইট্রেশনের পরে দেখা গেল,

25 ml. NaOH = 20 ml. 1·055 $\left(\frac{N}{10}\right)$ অ্যাসিড দ্রবণ।

আমরা জানি, ক্ষারের আয়তন (V_1) × ক্ষারের মাত্রা (S_1) = অ্যাসিডের আয়তন (V_2) × অ্যাসিডের মাত্রা (S_2)।

$$\therefore \text{ ক্ষারের মাত্রা } (S_1) = \frac{20 \times 1{\cdot}055}{25}\left(\frac{N}{10}\right) = {\cdot}844\left(\frac{N}{10}\right).$$

অম্লমিতি (Acidimetry)

পরীক্ষা : জ্ঞাত মাত্রার Na_2CO_3 দ্রবণের সাহায্যে সালফিউরিক অ্যাসিডের সঠিক মাত্রা নির্ণয়।

(Determination of strength of Sulphuric acid with a standard solution of sodium carbonate) :

মনে কর, সোডিয়াম কার্বনেটের মাত্রা 1 = ·005 $\left(\frac{N}{10}\right)$.

(i) **প্রয়োজনীয় যন্ত্রাদি :** পিপেট, ব্যুরেট, কোণাকার ফ্লাস্ক, বীকার কাচের শলা, ক্লাম্প ও ধারক।

(ii) **ব্যুরেট ব্যবহার :** একটি ব্যুরেট একখণ্ড ভারী কাগজ দিয়া জড়াইয়া ক্লাম্পের সাহায্যে ধারক দণ্ডে দাঁড় করাও। ভেজলিন দিয়া ব্যুরেটের ছিপিটি ঠিক করিয়া লাগাও,—যেন অনায়াসে ছিপিটি খোলা বা বন্ধ করা যায়। পাতিত জল দিয়া ব্যুরেটটি প্রথমে ধুইয়া লও। দুই তিনবার 5 ml. আন্দাজের **আনুমানিক** $\left(\frac{N}{10}\right)$ H_2SO_4 দ্রবণ দ্বারা ব্যুরেটটি বেশ করিয়া ধুইয়া লও এবং ছিপি খুলিয়া ইহা ফেলিয়া দাও।

[ব্যুরেটের মুখ বুড়ো আঙুল দিয়া বন্ধ করিয়া ক্লাম্প হইতে খুলিয়া কয়েকবার উপুড় করিয়া ব্যুরেট ধুইতে হয়।]

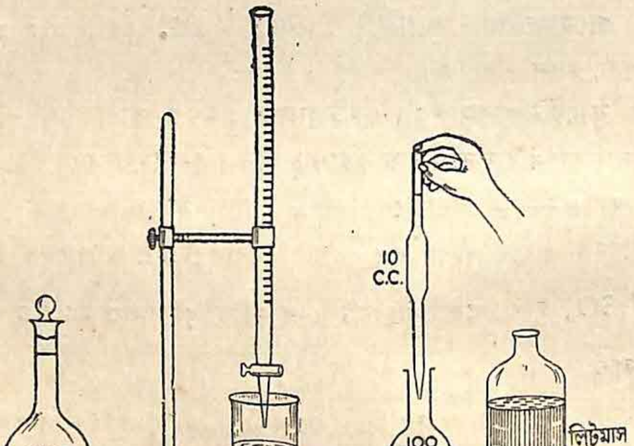
এখন একটি শুষ্ক ফানেলের সাহায্যে ব্যুরেটের মধ্যে সালফিউরিক অ্যাসিড দ্রবণ ঢাল। ছিপিটি খুলিয়া অল্প অ্যাসিড ফেলিয়া দাও। ইহার পরে ফোঁটা ফোঁটা করিয়া অ্যাসিড ফেলিয়া সালফিউরিক অ্যাসিড (H_2SO_4) দ্রবণের ঊর্ধ্বসীমা রেখাটি ব্যুরেটের গায়ে-অঙ্কিত একটি নির্দিষ্ট চিহ্নের (শূন্য চিহ্নাংক) সরলরেখায়

আনিয়া ছিপি বন্ধ করিয়া দাও। উর্ধ্ব-সীমা-রেখা চিহ্নাংক খাতার পাতায় লিখিয়া রাখ।

(iii) **সঠিক মাত্রার সোডিয়াম কার্বনেট** (Na_2CO_3) **দ্রবণ গ্রহণ:** পাতিত জলে ধৌত একটি বিকার বা কোণাকার ফ্লাস্ক লও। একটি 25 ml. পিপেট লও এবং পাতিত জলদ্বারা ধুইয়া লও। এখন পিপেটের সরু মুখ সোডিয়াম কার্বনেট দ্রবণে ডুবাইয়া কয়েক ml. দ্রবণ মাপক ফ্লাস্ক হইতে তুলিয়া ইহা দ্বারা পিপেটটি ধুইয়া লও। এইভাবে বার তিনেক পিপেট ধোও।

এখন দ্রবণ হইতে সঠিক 25 ml. Na_2CO_3 দ্রবণ মাপিয়া লও। প্রথমে পিপেটের মাথার মুখ দিয়া 26 ml. পরিমাণ Na_2CO_3 দ্রবণ মাপক ফ্লাস্ক হইতে তুলিয়া লও এবং তর্জনীর পাতা দ্বারা পিপেটের মুখ আটকাইয়া এবং আঙ্গুলের চাপ নিয়ন্ত্রিত করিয়া পিপেটটি ঘুরাইয়া ঘুরাইয়া ফোঁটা ফোঁটা করিয়া Na_2CO_3 দ্রবণ ফেলিয়া ঠিক **চিহ্নাংক** পর্যন্ত তরলের সমতল স্থির রাখিয়া 25 ml. Na_2CO_3 দ্রবণ মাপিয়া লও এবং ইহা বিকারে বা কোণাকার ফ্লাস্কে ঢাল। ইহাতে প্রায় 50 ml. পাতিত জল মিশাও।

(iv) **নির্দেশক** (Indicator) **ব্যবহার:** বীকারে সোডিয়াম কার্বনেট দ্রবণে **দুই তিন ফোঁটা মিথাইল অরেঞ্জ** মিশাও। প্রশমনীয় দ্রবণের বর্ণ দেখিতে হইবে



প্রশমন পরীক্ষা বা টাইট্রেশন

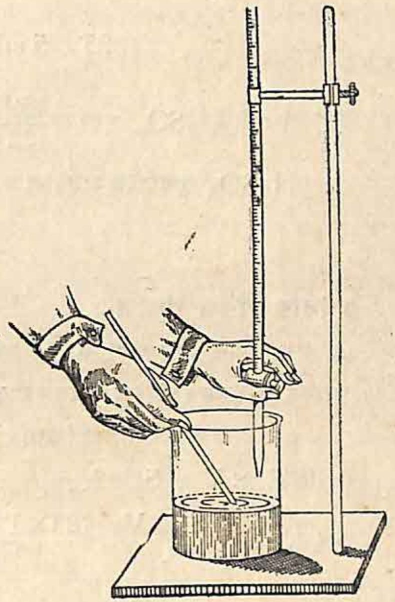
হলুদ। [বেশি নির্দেশক মিশাইলে টাইট্রেশনের সীমা-সংকেত বুঝিতে অসুবিধা হয়।]

(v) **টাইট্রেশন** বা **অনুমাপন** (Titration): ব্যুরেটের ছিপি খুলিয়া ধীরে ধীরে অ্যাসিড ঢাল এবং কাচের শলা দিয়া বীকারের দ্রবণ নাড়িয়া দাও ও দ্রবণের

বর্ণের দিকে লক্ষ্য রাখ। যেই দ্রবণের বর্ণ লাল হইয়া গেল তখনই ব্যুরেটের ছিপি বন্ধ করিয়া দাও। মনে কর, অ্যাসিড ঢালা হইয়াছে 22·5 c.c.

প্রথম টাইট্রেশনে কখনও প্রশমন ঠিক হয় না। প্রথমে টাইট্রেশনে শুধু প্রশমনের জন্য কত অ্যাসিড প্রয়োজন তার একটি আন্দাজ পাওয়া যায়।

অপর একটি পরিষ্কার বিকারে পুনরায় 25 ml. Na_2CO_3 দ্রবণ লও। এখন 20 ml. অ্যাসিড একবার ঢালিবার পরে ফোঁটা ফোঁটা করিয়া অ্যাসিড ঢাল এবং দ্রবণ নাড়িতে থাক। যেই বীকারের তরলের বর্ণ দেখিতে হইবে **কমলা রঙের** ন্যায় তৎক্ষণাৎ ব্যুরেটের ছিপি বন্ধ করিয়া দাও। এইভাবে তিনবার টাইট্রেশন কর এবং প্রতিবারে কত আয়তনের অ্যাসিড লাগিল তাহা লিখিয়া রাখ। তিনটি আয়তনের গড় হিসাব লও।



অনুমাপন

সংকেত : প্রতিবার টাইট্রেশনের পরে ব্যুরেটে অ্যাসিড ঢালিয়া অ্যাসিডের উপরের সমতল বা প্রথম রেখা শূন্য (0) চিহ্ন নির্দিষ্ট কর। ইহাতে পরীক্ষা ও গণনা সহজ হইবে।

(vi) **টাইট্রেশনের** বা **অনুমাপনের ফল** (Result of titration) :

পরীক্ষা	Na_2CO_3 দ্রবণের আয়তন	ব্যুরেটের রেখা		অ্যাসিডের আয়তন	গড় আয়তন
		প্রথম রেখা	দ্বিতীয় রেখা		
1	25 ml.	0	22·4 ml.	22·4 ml.	
2	25 ml.	0	22·3 ml.	22·3 ml.	22·4 ml.
3	25 ml.	0	22·5 ml.	22·5 ml.	

(vii) **গণনা :** মনে কর Na_2CO_3 দ্রবণের মাত্রা $= 1{\cdot}005\left(\frac{N}{10}\right)$.

টাইট্রেশনের পরীক্ষায় দেখা যায়,

$22{\cdot}4$ ml. $H_2SO_4 \equiv 25$ ml. $1{\cdot}005\left(\frac{N}{10}\right) Na_2CO_3$ দ্রবণ

$$\equiv (25 \times 1{\cdot}005) \text{ ml. } \left(\frac{N}{10}\right) Na_2CO_3 \text{ দ্রবণ}$$

$$\equiv 25{\cdot}125 \text{ ml. } \left(\frac{N}{10}\right) Na_2CO_3 \text{ দ্রবণ}$$

$\therefore$ 1 ml. H_2SO_4 দ্রবণ $\equiv \frac{25{\cdot}125}{22{\cdot}4} = 1{\cdot}121 \left(\frac{N}{10}\right) Na_2CO_3$

$\therefore$ H_2SO_4 **দ্রবণের নর্ম্যাল** মাত্রা $= 0{\cdot}1121$ (N) মাত্রা (normality)

$$= 1{\cdot}121 \left(\frac{N}{10}\right)$$

গণনার বিকল্প পদ্ধতি ঃ

এই গণনা অন্যভাবে করা যায়। যথা :

ক্ষারের আয়তন $(V_1) \times$ ক্ষারের মাত্রা (S_1)

= অ্যাসিডের আয়তন $(V_2) \times$ অ্যাসিডের মাত্রা (S_2)

অর্থাৎ $S_1 \times V_1 = S_2 \times V_2$

অথবা, $S_2 = \frac{S_1 \times V_1}{V_2} = \frac{25 \times 1{\cdot}005}{22{\cdot}4} = 1{\cdot}121$

সুতরাং H_2SO_4 দ্রবণের নর্ম্যাল মাত্রা $= 1{\cdot}121 \left(\frac{N}{10}\right)$

(viii) **লিটার-প্রতি গ্রাম ওজন** (gm. per litre)

= নর্ম্যাল মাত্রা × গ্রাম-তুল্যাংক

সুতরাং অ্যাসিডের লিটার-প্রতি গ্রাম ওজন

= অ্যাসিডের গ্রাম-তুল্যাংক × নর্ম্যাল মাত্রা

$= 49 \times 0{\cdot}1121 = 5{\cdot}4929$ গ্রাম।

ক্ষারমিতি (Alkalimetry)

পরীক্ষা ঃ সুনির্দিষ্ট মাত্রার H_2SO_4--এর সাহায্যে আনুমানিক $\left(\frac{N}{10}\right)$ NaOH ক্ষার দ্রবণের নর্ম্যাল মাত্রা ও লিটার-প্রতি গ্রাম ওজন অনুযায়ী সঠিক মাত্রা নির্ণয় ঃ

মনে কর, অ্যাসিডের মাত্রা $= 1{\cdot}024 \left(\frac{N}{10}\right) H_2SO_4$.

(i) **প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি :** পিপেট, ব্যুরেট, কোণাকার ফ্লাস্ক, বীকার, কাচের শলা, ক্ল্যাম্প ও ধারক।

(ii) **সংজ্ঞা ও নীতি :** সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড (NaOH) জলাকর্ষী পদার্থ বলিয়া ইহার সঠিক ওজন লওয়া সম্ভব নয়। তাই প্রথমে ইহার আনুমানিক মাত্রার $\left(\frac{N}{10}\right)$ দ্রবণ তৈরী করিয়া জ্ঞাত (known) $1{\cdot}024\left(\frac{N}{10}\right)$ মাত্রায় সালফিউরিক অ্যাসিডের সাহায্যে প্রশমিত করিয়া সঠিক মাত্রা নির্ণয় করিতে হইবে।

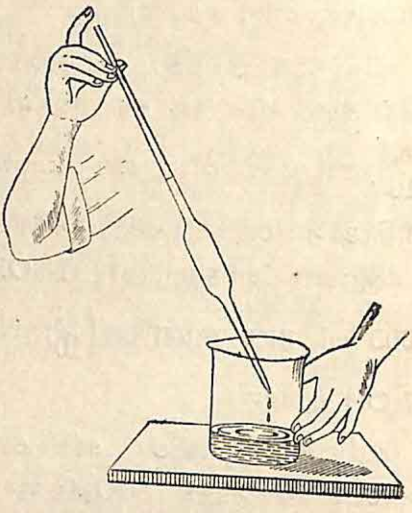
সোডিয়াম হাইড্রক্সাইডের (NaOH) গ্রাম-তুল্যাংক 40 গ্রাম। সুতরাং 1000 ml. ফ্লাস্কে আনুমানিক $\left(\frac{N}{10}\right)$ NaOH দ্রবণ তৈরী করার জন্য 4 গ্রাম NaOH প্রয়োজন।

(iii) **পরীক্ষা পদ্ধতি :** একটি ওয়াচ গ্লাসের মধ্যে রাখিয়া প্রায় 4 গ্রাম সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড (NaOH) দানা ওজন কর। প্রথমে খালি ওয়াচ গ্লাসের ওজন লও এবং পরে (NaOH) সহ ওয়াচ গ্লাসের ওজন লও ; দ্বিতীয় ওজন হইতে প্রথম ওজন বাদ দিয়া সোডিয়াম হাইড্রকসাইডের (NaOH) ওজন নির্ণয় কর।

একটি 1000 ml. ফ্লাস্কের মুখে ফানেল বসাও। ফ্লাস্কের মধ্যে ওয়াচ গ্লাসে রক্ষিত সোডিয়াম হাইড্রকসাইডের দানা ঢাল। জলের বোতলের জলধারার সাহায্যে ওয়াচ গ্লাসের সমস্ত NaOH ফানেলের মাধ্যমে 1000 ml. ফ্লাস্কে ঢাল। এখন ফ্লাস্কে 1000 ml. দাগ পর্যন্ত পাতিত জল ভর এবং ফ্লাস্কের মুখ ছিপি দিয়া বন্ধ করিয়া ফ্লাস্কটি কয়েকবার উপুড় নীচু করিয়া দ্রবণটি সমঘন কর। ইহাই **আনুমানিক** $\left(\frac{N}{10}\right)$ NaOH দ্রবণ।

$1{\cdot}024\left(\frac{N}{10}\right)$ H_2SO_4 দ্রবণ দিয়া প্রথমে ব্যুরেটটি ধুইয়া লও। তারপরে (0) চিহ্ন পর্যন্ত ব্যুরেটটি অ্যাসিড (H_2SO_4) দ্রবণে পূর্ণ কর। পাতিত জলে ধুইয়া একটি কোণাকার ফ্লাস্ক লও। একটি 10 ml. পিপেট $\left(\frac{N}{10}\right)$ NaOH দ্রবণে দুই তিন বার ধুইয়া ঠিক 10 ml. পরিমাণ $\left(\frac{N}{10}\right)$ NaOH দ্রবণ লও এবং তাহা কোণাকার ফ্লাস্কে ঢাল। এই ক্ষার (NaOH) দ্রবণে দু'এক ফোঁটা **ফেনপথ্যালিন** দ্রবণ ফেল। ইহাতে দ্রবণের রঙ দেখিতে হইবে **লাল-বেগুনী**। এই ক্ষার (NaOH) দ্রবণে কয়েক ml. পাতিত জল মিশাও।

এখন ব্যুরেট হইতে অ্যাসিড দ্রবণ বীকার বা কোণাকার ফ্লাস্কের ক্ষার দ্রবণের মধ্যে ধীরে ধীরে ঢালিতে আরম্ভ কর এবং কোণাকার ফ্লাস্ক নাড়িয়া অ্যাসিড ও ক্ষার দ্রবণের মিশ্রণ সম্পূর্ণ কর। লক্ষ্য কর যে অ্যাসিড মিশাইবার সঙ্গে সঙ্গে দ্রবণের রঙ ফিকা হইয়া যাইতেছে। অ্যাসিড মিশাইবার ফলে এক সময়ে **দ্রবণের রঙ বর্ণহীন হইয়া যাইবে**। তৎক্ষণাৎ অ্যাসিড ঢালা বন্ধ কর এবং কত ml. অ্যাসিড ঢালা হইয়াছে ব্যুরেটের দাগ দেখিয়া তাহা লিখিয়া লও। প্রথম পরীক্ষার ফল বর্জন কর এবং ইহার পরে কমপক্ষে তিনবার টাইট্রেশন কর ও তাহার ফল লিখিয়া রাখ।



নির্দিষ্ট আয়তনের দ্রবণ গ্রহণ

(iv) **টাইট্রেশনের বা অনুমাপনের ফল :**

পরীক্ষা	NaOH দ্রবণের আয়তন	ব্যুরেটের রেখা		অ্যাসিডের আয়তন	গড় আয়তন
		প্রথম রেখা	দ্বিতীয় রেখা		
1.	10 ml.	0 ml.	10·7 ml.	10·7 ml.	
2.	10 ml.	11 ml.	21·6 ml.	10·6 ml.	10·6 ml.
3.	10 ml.	22 ml.	32·5 ml.	10·5 ml.	

(v) **গণনা :** ক্ষারের আয়তন = 10 ml. অ্যাসিডের আয়তন = 10·6 ml.

অ্যাসিডের মাত্রা $= 1{\cdot}024\left(\frac{N}{10}\right)$; ক্ষারের মাত্রা $= S_1 \left(\frac{N}{10}\right)$

সূত্র অনুযায়ী, ক্ষারের আয়তন $(V_1) \times$ ক্ষারের মাত্রা (S_1)

= অ্যাসিডের আয়তন $(V_2) \times$ অ্যাসিডের মাত্রা (S_2)

অথবা, $V_1 \times S_1 = V_2 \times S_2$

অর্থাৎ, $S_1 = \frac{V_2 \times S_2}{V_1} = \frac{10.6 \times 1.024}{10} = 1.0854 \left(\frac{N}{10}\right)$

সুতরাং ক্ষারের সঠিক (*a*) নর্ম্যাল মাত্রা (normality)

$$= 1.0854 \left(\frac{N}{10}\right) = 0.10854 \text{ (N)}$$

(*b*) লিটার-প্রতি ওজন = নর্ম্যাল মাত্রা × গ্রাম-তুল্যাংক ওজন

সুতরাং ক্ষারের লিটার-প্রতি গ্রাম ওজন (gm. per litre)

$$= 0.10854 \times 40 = 4.3416 \text{ গ্রাম।}$$

প্রমাণ দ্রব্য
(Standard substances)

প্রমাণ দ্রবণ (normal solution) তৈরী করার জন্য যে রাসায়নিক দ্রব্য ব্যবহার করা হয় সেই সব দ্রব্যকে বলা হয় প্রমাণ দ্রব্য (standard substance)। প্রমাণ দ্রব্যের প্রকৃতি দুই প্রকারের।

(i) **প্রত্যক্ষ প্রমাণ-দ্রব্য বা প্রামাণিক** (Primary standard substance) : যে সমস্ত বিশুদ্ধ ও অনার্দ্র রাসায়নিক দ্রব্যের প্রত্যক্ষ ওজন গ্রহণ করিয়া প্রমাণ বা নর্ম্যাল দ্রবণ তৈরী করা সম্ভব সেই সব দ্রব্যকে প্রত্যক্ষ প্রমাণ দ্রব্য বা প্রামাণিক বলা হয়। এরূপ প্রমাণ দ্রব্য বা প্রামাণিক সহজেই বিশুদ্ধ, শুষ্ক, অনার্দ্র অবস্থায় পাওয়া যায়, এবং ইহারা ওজন করার সময় বায়ুর সংস্পর্শে বিকৃত হয় না এবং সহজেই জলে দ্রবীভূত হয়। সোডিয়াম কার্বনেট (Na_2CO_3), অক্‌জেলিক অ্যাসিড ($C_2H_2O_4, 2H_2O$), কপার সালফেট ($CuSO_4, 5H_2O$,) পটাসিয়াম ডাইক্রোমেট ($K_2Cr_2O_7$)-এরূপ প্রত্যক্ষ প্রমাণ-দ্রব্য।

(ii) **অপ্রত্যক্ষ প্রমাণ-দ্রব্য বা অপ্রামাণিক** (Secondary Standard) : যে সমস্ত রাসায়নিক দ্রব্য বিশুদ্ধ ও অনার্দ্র অবস্থায় ওজন করা যায় না এবং যাহার আনুমানিক প্রমাণ-দ্রবণ তৈরী করিয়া প্রত্যক্ষ প্রমাণ-দ্রব্যের সাহায্যে প্রশমিত করিয়া অপ্রত্যক্ষভাবে দ্রবণের মাত্রা নির্ণয় করা হয় সেরূপ দ্রব্যকে বলা হয় অপ্রত্যক্ষ প্রমাণ দ্রব্য। সালফিউরিক অ্যাসিড (H_2SO_4), হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড (HCl), সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড (NaOH), পটাসিয়াম পারম্যাঙ্গানেট ($KMnO_4$)—এরূপ অপ্রত্যক্ষ প্রমাণ-দ্রব্য।

অম্লমিতি ও ক্ষারমিতি পরীক্ষার সাধারণ সংকেত ও সতর্কতা (General direction and precaution) :

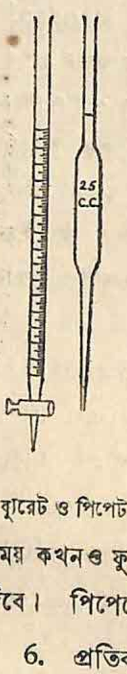
(ছাত্রদের দ্বারা প্রাকটিক্যাল ক্লাসে শুধু টাইট্রেশন বা প্রশমন ক্রিয়া পরীক্ষা করানো বাঞ্ছনীয়। ছাত্রগণ শুধু টাইট্রেশন গণনা করিবে। ইহাই পাঠক্রমের নির্দেশ। কিভাবে ব্যুরেট ও পিপেট ব্যবহার করিতে হয় এবং কিভাবে টাইট্রেশন করিতে হয় প্রথমে তাহার অভ্যাস করানো প্রয়োজন। ইহার পর গণনার পদ্ধতি শিখাইয়া অজ্ঞাত মাত্রার অ্যাসিড বা ক্ষারের মাত্রা নির্ণয়ের পরীক্ষা করানো বাঞ্ছনীয়। একই পদ্ধতিতে ক্ষার ও অ্যাসিডের তুল্যাংকভারও নির্ণয় করা যায়, শুধু গণনার রীতি পৃথক।)

1. পরীক্ষার সময় অ্যাসিড ব্যুরেটে এবং ক্ষার বীকারে লইবে।

2. পরীক্ষার পূর্বে ব্যুরেটের 'স্টপার' বা ছিপি ঠিক আছে কি-না তাহা দেখিয়া লইবে। ছিপি যদি ঠিক মত খোলা বা বন্ধ করা না যায় তাহা হইলে 'গ্রীজ' মাখাইয়া ঠিক করিয়া লইবে।

3. ব্যুরেটের গায়ে কাগজের 'প্যাড' জড়াইয়া ধারকে ফিট করিবে।

4. পরীক্ষার পূর্বে ব্যুরেট প্রথমে পাতিত জল দিয়া এবং তারপর পরীক্ষণীয় অ্যাসিড দ্রবণ দিয়া কয়েকবার উপুড় করিয়া ভাল করিয়া ধুইয়া লইবে। সমস্ত ধৌত তরল (washings) ফেলিয়া দিবে এবং তাহার পরে ফানেলের সাহায্যে ব্যুরেটে সেই পরীক্ষণীয় অ্যাসিড দ্রবণ ভরিবে।



ব্যুরেট ও পিপেট

5. পরীক্ষার পূর্বে প্রথমে পাতিত জল দিয়া এবং পরে ক্ষার দ্রবণ দিয়া পিপেট ধুইয়া লইবে। পিপেট ধরিবে বুড়ো আঙ্গুল, মাধ্যমা ও তর্জনী দ্বারা। মুখ দিয়া শুষিয়া পিপেটে তরল তুলিবে। তর্জনীদ্বারা পিপেটের উপর দিকে মুখ বন্ধ করিয়া তরল পিপেটের মধ্যে স্থির রাখিবে। তর্জনী একটু ফাঁক করিয়া ঘুরাইয়া ঘুরাইয়া পিপেটের তরল ফেলিবে। তর্জনী নিয়ন্ত্রণ করিয়া কিভাবে পিপেটের মধ্যে তরল স্থির রাখা যায় বা পিপেট হইতে তরল ফেলা যায় তাহা নিধারিত পরীক্ষার আগে কয়েকবার অভ্যাস করিয়া হইবে। পিপেট হইতে তরল ঢালিবার সময় কখনও ফু' দিবে না,—স্বাভাবিক ভাবে যতখানি তরল পড়ে ততখানিই পড়িতে দিবে। পিপেটের মুখটি ফ্লাস্কের গায়ে লাগাইবে।

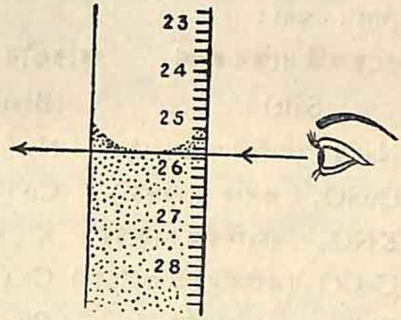
6. প্রতিবারের পরীক্ষার আগে ব্যুরেটে ব্যবহৃত তরল ভরিয়া তরলের উর্ধ্ব-

সমতল শূন্য (0) চিহ্নে স্থির রাখা ভাল। প্রথম পরীক্ষার্থীর পক্ষে ইহাই সহায়ক।

7. ব্যুরেটে বা পিপেটে তরল মাপিবার সময় প্যারালাক্স (parallax) বা লম্বন বর্জন করিবে। চোখ এবং তরল এক সমান্তরালে এক সরলরেখায় রাখিয়া তরলে সমতল স্থির করিয়া আয়তন মাপিবে।

8. নির্দেশক দ্রবণ দুই-তিন ফোঁটার বেশী ব্যবহার করিবে না।

9. বাস্তব পরীক্ষার পূর্বে একবার সাধারণ একটি পরীক্ষা করিয়া দেখিয়া লইবে যে কত ml. অ্যাসিডের জন্য আনুমানিক কত ml. ক্ষার দ্রবণ প্রয়োজন।



পিপেট বা ব্যুরেটে তরলের উর্দ্ধ-সমতল রেখা নির্ণয়

10. কম পক্ষে তিনটি করিয়া টাইট্রেশন তথা প্রশমনের পরীক্ষা করিয়া খাতায় আয়তনের পরিমাণ বা রিডিং লিখিয়া রাখিবে। যদি তিনটি পৃথক্ পরীক্ষায় তরলের আয়তনে 1 ml. হইতে বেশী পার্থক্য দেখা যায়, তাহা হইলে আবার নূতন করিয়া টাইট্রেশন করিবে।

11. ব্যুরেটের মুখে যেন একবিন্দুও বায়ু না থাকে। ছিপি খুলিয়া ব্যুরেটের তরল ঢালিয়া বায়ু অপসারিত করিবে।

12

ধাতব মূলকের সনাক্তকরণ

(Identification of Metallic Radicals)

লেড, কপার, আয়রন, অ্যালুমিনিয়াম, জিঙ্ক, ক্যালসিয়াম ও ম্যাগনেসিয়াম—Pb, Cu, Fe, Al, Zn, Ca এবং Mg—শুধুমাত্র এই সাতটি ধাতব মূলকের সনাক্তকরণ পাঠ্য তালিকার অন্তর্ভুক্ত।

অজৈব লবণের পরিচয়

প্রতিটি অজৈব লবণ **ক্ষার** বা **ক্ষারক** এবং **অ্যাসিডের** সংযোগে গঠিত। তাই প্রতিটি অজৈব লবণে (salt) থাকে একটি **ক্ষারকীয়** (basic) অর্থাৎ **ধাতব** (Metallic) অংশ বা মূলক এবং একটি **অ্যাসিডীয়** (acidic) অংশ বা মূলক। যথা:

কয়েকটি ধাতব লবণ (Salt)	ক্ষারকীয় বা ধাতব মূলক (Basic Radical)	অ্যাসিডীয় মূলক (Acid Radical)
NaCl (সোডিয়াম ক্লোরাইড)	Na (সোডিয়াম)	Cl (ক্লোরাইড)
$CuSO_4$ (কপার সালফেট)	Cu (কপার)	SO_4 (সালফেট)
KNO_3 (পটাসিয়াম নাইট্রেট)	K (পটাসিয়াম)	NO_3 (নাইট্রেট)
$CaCO_3$ (ক্যালসিয়াম কার্বনেট)	Ca (ক্যালসিয়াম)	CO_3 (কার্বনেট)
PbS (লেড সালফাইড)	Pb (লেড)	S (সালফাইড)

আয়নীয় পরিচয় (Ionic parts): অজৈব লবণের দ্রবণে তড়িৎ-বিশ্লেষণের ফলে লবণ দুই অংশে বিশ্লেষিত হইয়া আয়ন (Ion) গঠন করে। এক অংশ বহন করে পজিটিভ তড়িৎ এবং অপর অংশ বহন করে নেগেটিভ তড়িৎ। **পজিটিভ তড়িদ্‌বাহী অংশকে ধাতব** বা **ক্ষারকীয় আয়ন বা ক্যাটায়ন** (cation) বলা হয় এবং **নেগেটিভ তড়িদ্‌বাহী অংশকে বলা হয় অ্যাসিড আয়ন বা অ্যানায়ন** (anion)। তাই অজৈব লবণের পরিচয় আয়নীয় পদ্ধতিতেও দেওয়া যায়। যথা:

কয়েকটি অজৈব লবণ (Salt)	ক্যাটায়ন (ধাতব মূলক) (Cation)	অ্যানায়ন (অ্যাসিডীয় মূলক) (Anion)
NaCl	Na^+	Cl^-
$CuSO_4$	Cu^{++}	$SO_4^=$
KNO_3	K^+	NO_3^-
$CaCO_3$	Ca^{++}	$CO_3^=$
PbS	Pb^{++}	$S^=$
Na_2SO_4	$2Na^+$	$SO_4^=$

অজৈব লবণের এই ক্ষারকীয় ও অ্যাসিডীয় মূলক পৃথকভাবে সনাক্ত করিয়া লবণের পরিচয় স্থির করার পদ্ধতিকে বলা হয় **অজৈব লবণের পরিচয়-বিশ্লেষণ পদ্ধতি** (Qualitative Analysis of Inorganic Salt)। অজৈব লবণের ধাতব

বা ক্ষারকীয় মূলক পৃথক্‌ভাবে সনাক্ত করা হয়। সনাক্তকৃত পৃথক মূলক দুইটিকে সংযুক্ত করিয়া পূর্ণ লবণের পরিচয় স্থির করা হয়। যথা:
Cu^{++} এবং $SO_4^{=} \rightarrow CuSO_4$; Ca^{+} এবং $CO_3^{=} \rightarrow CaCO_3$ ইত্যাদি।

ধাতব বা ক্ষারকীয় মূলক সনাক্তকরণের পদ্ধতি
(Identification process of Basic radicals)

ধাতব মূলক দুই রকম পদ্ধতিতে সনাক্ত করা হয়। একটি পদ্ধতিকে বলা হয় **শুষ্ক পদ্ধতি** (Dry process) এবং অপরটিকে **সিক্ত পদ্ধতি** (Wet process)।

শুষ্ক পদ্ধতি (Dry process): **যে পদ্ধতিতে অজৈব লবণ কঠিন ও শুষ্ক অবস্থায় অর্থাৎ দ্রবীভূত না করিয়া পরীক্ষা করা হয়, সেই পদ্ধতিকে শুষ্ক পদ্ধতি বলা হয়।**

সিক্ত পদ্ধতি (Wet process): **যে পদ্ধতিতে লবণ প্রথমে দ্রবীভূত করিয়া লবণের বিশ্লেষণ করা হয়, সেই পদ্ধতিকে বলা হয় সিক্ত পদ্ধতি।**

শুষ্ক ও সিক্ত পদ্ধতি পরস্পরের সম্পূরক। শুষ্ক পদ্ধতিতে যে ধাতব বা ক্ষারকীয় মূলক সনাক্ত করা হয় তাহা সিক্ত পদ্ধতিতে সুনিশ্চিতভাবে সনাক্ত করা যায়। সকল রকম ধাতব বা ক্ষারকীয় মূলক শুষ্ক পদ্ধতি দ্বারা সনাক্ত করা যায় না। কিন্তু সিক্ত পদ্ধতিতে সকল রকম ধাতব বা ক্ষারকীয় মূলক সনাক্ত করা যায়। **শুষ্ক পদ্ধতিতে নির্ধারিত মূলক অবশ্যই সিক্ত পদ্ধতির পরীক্ষা দ্বারা সুনিশ্চিত** (confirmatory test) **করা প্রয়োজন।**

শুষ্ক পদ্ধতি
(Dry Process)

শুষ্ক পদ্ধতি অনুসারে সনাক্ত করার পূর্বে অজৈব লবণের বর্ণ বা আকৃতি (নিয়তাকার বা অনিয়তাকার) লক্ষ্য করিয়া লবণের সাধারণ পরিচয় সম্বন্ধে কিছুটা অনুমান করা যায়।

লবণের রং	**বর্ণানুযায়ী লবণের পরিচয়**
লাল	HgS (মারকিউরিক সালফাইড)
	Pb_3O_4 (লেডের লাল অক্সাইড)
	Cu_2O (তামার লাল অক্সাইড)
হলুদ	$Fe(NO_3)_3$, $FeCl_3$ (ফেরিক নাইট্রেট ও ক্লোরাইড)
	PbI_2 (লেড আয়োডাইড)
	HgO (মারকিউরিক অক্সাইড)

(ii) একটি 'ওয়াচ গ্লাসে' (watch glass) **ঘন হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড** (conc. HCl) লও এবং উহার মধ্যে প্লাটিনামের তার ডুবাইয়া দীপের **অদীপ্ত শিখার** (non-luminous oxidising flame) কয়েকবার উত্তপ্ত কর। ঘন HCl-সিক্ত প্লাটিনামের তার বুনসেন দীপের **অদীপ্ত শিখায়** ধরিলে যতক্ষণ পর্যন্ত শিখা বর্ণহীন না হইবে ততক্ষণ পর্যন্ত বারবার ঘন HCl-সিক্ত করিয়া প্লাটিনামের তার উত্তপ্ত কর। [প্লাটিনামের তারের অভাবে 'অ্যাসবেটস্ ফাইবার' বা অ্যাস্‌বেটস্ তন্তু দ্বারাও শিখা-পরীক্ষা করা সম্ভব।]

(iii) **ঘন** HCl-এর মধ্যে প্লাটিনামের তারটি সিক্ত করিয়া তারের মাথায় **কণা পরিমাণ** পরীক্ষণীয় লবণ লাগাইয়া বুনসেন দীপে অদীপ্ত শিখায় ধর। **ঘন** HCl-**এর সঙ্গে বিক্রিয়ায় পরীক্ষণীয় ধাতুর যৌগ ধাতব ক্লোরাইড যৌগে পরিণত হয়। এরূপ ধাতব ক্লোরাইড যৌগ** (metallic chloride) **উদ্বায়ী** (volatile) **বলিয়া ইহারা অদীপ্ত শিখার মধ্যে গ্যাসীয় অবস্থায় বিভিন্ন বর্ণ সৃষ্টি করে।**

(iv) প্রথমে **খালি চোখে** শিখার বর্ণ লক্ষ্য কর এবং পরে **নীল কাচের** (blue glass) ভিতর দিয়া শিখার বর্ণ লক্ষ্য কর। পরীক্ষার জন্য পর পর Ca, Cu, Pb-এর যৌগ লও।

(v) ভিন্ন ভিন্ন লবণের পরীক্ষার পরে প্রত্যেকবার ঘন HCl দ্বারা সিক্ত এবং অদীপ্ত শিখায় উত্তপ্ত করিয়া প্লাটিনামের তার পরিচ্ছন্ন করিয়া তার পরে নূতন লবণের পরীক্ষা কর।

খালি চোখে পরিলক্ষিত বর্ণ	নীল কাচের মাধ্যমে পরিলক্ষিত বর্ণ	পরীক্ষার সিদ্ধান্ত (Inference)
1. শিখার বর্ণ ইটের রঙের ন্যায় লালাভ	হাল্‌কা সবুজাভ	**কালসিয়াম** (Ca) যৌগ
2. সবুজ বা লালাভ-সবুজ	বর্ণহীন	**কপার** (Cu) যৌগ
3. নীলাভ সাদা বা ফিকে নীল	বর্ণহীন	**লেড** (Pb) যৌগ

দ্রষ্টব্য ঃ Na বা K মূলক পাঠ্যতালিকার অন্তর্ভুক্ত নয়।

3. জারণ শিখায় চারকোল পরীক্ষা (Charcoal Test in oxidising flame) :

পরীক্ষা : (i) যে লবণ পরীক্ষা করিবে সেই লবণের সঙ্গে প্রায় **তিনগুণ** পরিমাণে অনার্দ্র সোডিয়াম কার্বনেট (Na_2CO_3) ভাল করিয়া মিশাও।

[Na_2CO_3 মিশ্রিত করিয়া উত্তপ্ত করিলে ধাতব লবণ প্রথমে কার্বনেট ও পরে অক্সাইডে পরিণত হইয়া যায় এবং ইহা লবণকে সহজে বিগলিত করিতে সাহায্য করে। $MX_2+Na_2CO_3 \rightarrow MCO_3+2NaX \rightarrow MO+CO_2+2NaX$]

(ii) একটি অঙ্গার পিণ্ড অর্থাৎ চারকোল ব্লক (charcoal block) লও এবং ইহার মাঝখানে একটি ছোট গর্ত (cavity) কর। এই গর্তে পরীক্ষণীয় সোডিয়াম কার্বনেট মিশ্রিত লবণ রাখ।

(iii) চিমটার সাহায্যে বাম হাতে চারকোল পিণ্ডটি ধর এবং ডান হাতে একটি ফুৎ-নল (blow pipe) লও।

(iv) বায়ুরন্ধ্র (air-hole) খুলিয়া বুনসেন দীপের শিখা **অদীপ্ত** (non-luminous) কর। এই অদীপ্ত শিখাই জারণ শিখা (oxidising flame) ; ফুৎ-নলের মুখটি শিখার এক-তৃতীয়াংশ ভিতরে ধর এবং ফুৎ-নলে জোরে জোরে ফুঁ দিয়া অদীপ্ত শিখাটির অগ্রভাগ চারকোল পিণ্ডের গর্তে রাখা লবণের উপরে প্রলম্বিত কর।

(v) অদীপ্ত জারণ শিখায় লবণ লাল-তপ্ত হইয়া যাইবে এবং বিভিন্ন লবণের ক্ষেত্রে বিভিন্ন বর্ণের অবগলিত অবশেষ (residue) পাওয়া যাইবে। ইহা ধাতব অক্সাইড।

(vi) পরীক্ষার জন্য পর পর Zn, Pb, Fe ও Cu যৌগ লও। [ইহাদের নাইট্রেট যৌগ লইবে না। নাইট্রেট যৌগ সহজে বিগলিত হইয়া যায়।]

পর্যবেক্ষণ (Observation)	সিদ্ধান্ত (Inference)
1. প্রাপ্ত অবশেষ (residue) তপ্ত অবস্থায় **হরিদ্রাভ,** শীতল অবস্থায় **সাদা** (ZnO)	Zn যৌগ
2. তপ্ত ও শীতল উভয় অবস্থায় অবশেষ দেখিতে **হলুদ** (PbO)	Pb যৌগ
3. অবশেষ দেখিতে গাঢ় **বাদামী** (Fe_2O_3)	Fe যৌগ
4. অবশেষ দেখিতে **কালো** (CuO)	Cu যৌগ
5. তপ্ত অবস্থায় জলজল করিয়া উজ্জ্বল হইয়া ওঠে এবং শীতল অবস্থায় সাদা দেখায়।	Al, Mg বা Ca যৌগ

লবণের রং	বর্ণানুযায়ী লবণের পরিচয়
নীল	$CuSO_4, 5H_2O$; $Cu(NO_3)_2, 3H_2O$ (কপারের সালফেট ও নাইট্রেট)
সবুজ	$FeSO_4, 7H_2O$; $FeCl_2, 4H_2O$ (ফেরাস সালফেট ও ক্লোরাইড) $CuCO_3$; $CuCl_2, 2H_2O$ (কপার কার্বনেট, কিউপ্রিক ক্লোরাইড)
কালো	PbS (কপার সালফাইড) ; CuO (কিউপ্রিক অকসাইড) ; HgS (মারকিউরিক সালফাইড)
সাদা	ক্যালসিয়াম, জিংক, অ্যালুমিনিয়াম ও লেডের (PbS ব্যতীত) সকল লবণ দেখিতে সাদা।
বাদামী	Fe_3O_4 ; Fe_2O_3 ; $Fe(OH)_3$ এবং PbO_2

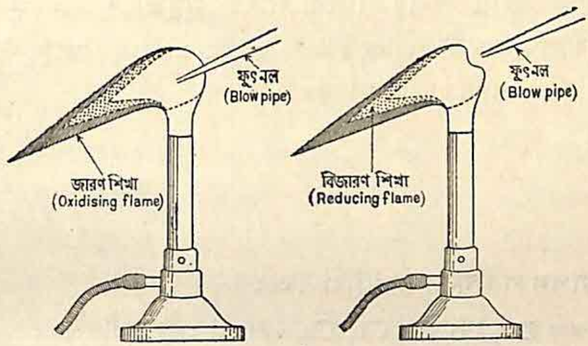
নিম্নলিখিত পদ্ধতিগুলি শুষ্ক পদ্ধতির অন্তর্ভুক্ত।

পদ্ধতি	সনাক্ত ধাতব মুলক
1. **উত্তাপন পরীক্ষা** (Ignition test or heating in test tube)	Zn, Pb, Cu ইত্যাদি।
2. **শিখা পরীক্ষা** (Flame test)	Ca, Cu, Pb
3. **জারণ শিখায় চারকোল পরীক্ষা** (Charcoal test in oxidising flame).	Zn, Pb, Fe, Cu, Al, Mg, Ca ইত্যাদি।
4. **জারণ শিখায় কোবাল্ট নাইট্রেট পরীক্ষা** (Cobalt Nitrate test in oxidising flame)	Al, Zn, Ca, Mg ইত্যাদি।
5. **বিজারণ শিখায় চারকোল পরীক্ষা** (Charcoal test in reducing flame)	Pb, Cu, Fe ,,
6. **সোহাগা দানার পরীক্ষা** (Borax bead test)	Cu, Fe ,,

জারণ ও বিজারণ শিখার পরিচয়
(Oxidising and Reducing flame)

সঠিকভাবে শুষ্ক পদ্ধতির পরীক্ষা করার জন্য জারণ ও বিজারণ শিখা সম্বন্ধে সুস্পষ্ট ধারণা থাকা প্রয়োজন। বুনসেন দীপের শিখা কোন কোন ক্ষেত্রে **অদীপ্ত** (non-luminous) দেখা যায় ; কখনো **প্রদীপ্ত** (luminous) দেখা যায়। **অদীপ্ত শিখাকে বলা হয় জারণ শিখা** (oxidising flame) এবং **প্রদীপ্ত শিখাকে বলা**

হয় **বিজারণ শিখা** (reducing flame)। তেল, মোম বা গ্যাসের কার্বন যখন বায়ুর অক্সিজেনের সঙ্গে সম্পূর্ণভাবে বিক্রিয়া ঘটাইতে সক্ষম হয় তখন শিখা দেখিতে হয় **অদীপ্ত**। বায়ুর পরিমাণ কম হইলে গ্যাসের কার্বন-কণা অদাহ্য থাকিয়া যায়। এই অদাহ্য কার্বন-কণার জন্য শিখা **প্রদীপ্ত** দেখায়। বুনসেন দীপের বায়ুরন্ধ্র (air



জারণ শিখা বিজারণ শিখা

hole) খুলিয়া দিলে গ্যাসের সঙ্গে পর্যাপ্ত বায়ু মিশিয়া গ্যাস সম্পূর্ণরূপে দগ্ধ হয়; তাই এক্ষেত্রে **অদীপ্ত** বা **জারণ** শিখা সৃষ্টি হয়। বায়ুরন্ধ্র পূর্ণ বা আংশিক বন্ধ করিয়া দিলে বায়ুর অভাবে গ্যাস আংশিকভাবে অদাহ্য থাকে। তাই শিখা **প্রদীপ্ত** হইয়া উঠে এবং **বিজারণ শিখা** সৃষ্টি করে। এই প্রদীপ্ত শিখায় গ্যাসের অদাহ্য কার্বন-কণা থাকে।

[বুনসেন দীপে পরীক্ষা করার পূর্বে বায়ুরন্ধ্রের বলয় ঘুরাইলে উহা খুলিয়া এবং পূর্ণ ও আংশিক বন্ধ করিয়া কিভাবে জারণ ও বিজারণ শিখা সৃষ্টি করিতে হয় তাহার অভ্যাস করা প্রয়োজন।]

জারণ ও বিজারণ শিখা রচনা
(Making of Oxidising and Reducing flame)

জারণ ও বিজারণ শিখায় পরীক্ষা সম্পাদনের জন্য এরূপ শিখা রচনার পদ্ধতি জানা দরকার। এরূপ শিখা রচনার জন্য বুনসেন দীপে ফুৎ-নলের (blow pipe) প্রয়োজন পড়ে।

জারণ শিখা (Oxiding flame): বুনসেন দীপের বায়ুরন্ধ্র (air hole) খুলিয়া প্রথমে একটি অদীপ্ত (non-luminous) শিখা তৈরী কর। এখন একটি ফুৎ-নল (blow pipe) লও এবং ইহার ছুঁচালো মুখটি (jet) শিখার ভিতরে প্রায় একতৃতীয়াংশ ঢুকাও এবং বেশ **জোরে জোরে** ফু দাও। যে বস্তুটি উত্তপ্ত করিতে হইবে ফুৎ-

[চারকোল পিণ্ডের পরীক্ষায় প্রতিবারেই পরীক্ষার পরে নূতন গর্ত করিয়া লইবে অথবা পরীক্ষার পরে পুরানো গর্তের অবশেষ ছুরির সাহায্যে চাছিয়া ফেলিয়া দিবে। পরীক্ষণীয় যৌগ গর্তে রাখিয়া দু'এক ফোঁটা জল ভিজাইয়া লইবে। ইহাতে পরীক্ষণীয় যৌগ গর্তে লাগিয়া থাকিবে, ফুৎ-নলের হাওয়ায় উড়িয়া যাইবে না।]

4. জারণ শিখায় কোবাল্ট নাইট্রেট পরীক্ষা (Cobalt nitrate test in oxidising flame) ঃ

এই পরীক্ষায় বর্ণহীন এবং তাপে অবিগলিত (infusible) Al, Zn, Ca ও Mg যৌগ পরীক্ষণীয়।

পরীক্ষা ঃ (i) পূর্বের পরীক্ষা অনুযায়ী পরীক্ষণীয় লবণ চারকোল পিণ্ডে স্থাপন করিয়া ফুৎ-নলের সাহায্যে **অদীপ্ত জারণ শিখায়** উত্তপ্ত কর। পরীক্ষণীয় যৌগ উত্তাপে **লাল-তপ্ত** (glowing) হইলে তাহা হইতে বাহিরে আনিয়া কাচের ড্রপারের সাহায্যে এই **অবিগলিত অবশেষের** (infusible residue) মধ্যে মাত্র **এক বা দুই ফোঁটা লঘু কোবাল্ট নাইট্রেট** দ্রবণ ঢাল।

(ii) কোবাল্ট নাইট্রেট-সিক্ত অবশেষ **আবার অদীপ্ত জারণ শিখায়** ফুৎ-নলের সাহায্যে জোরে জোরে ফুঁ দিয়া উত্তপ্ত কর এবং শিখা হইতে চারকোল পিণ্ড বাহিরে আনিয়া অবিগলিত অবশেষের বর্ণ লক্ষ্য কর।

(iii) পরীক্ষার জন্য পর পর Al, Zn, Ca ও Mg যৌগ লও। [সহজে বিগলিত হয় বলিয়া নাইট্রেট যৌগ লইবে না। এরূপ পরীক্ষার জন্য উল্লিখিত ধাতুর ফসফেট বা আরসেনেট যৌগ লইবে না। এরূপ যে-ধাতুর ফসফেট, **আরসেনেট** বা **আরসেনাইট** যৌগের অবশেষে নীলবর্ণ পাওয়া যায়।]

পর্যবেক্ষণ (Observation)	সিদ্ধান্ত (Inference)
1. অবশেষের **নীল বর্ণ** ধারণ	Al-যৌগ
2. অবশেষের **সবুজ বর্ণ** ধারণ	Zn যৌগ
3. অবশেষের **ধূসর বর্ণ** (Grey) ধারণ	Ca-যৌগ
4. অবশেষের **গোলাপী বর্ণ** (Pink) ধারণ	Mg-যৌগ

[যে লবণ ফুৎ-নলের সাহায্যে উত্তাপে বিগলিত হয় না একমাত্র সেরূপ লবণ এরূপভাবে পরীক্ষণীয়। অতিরিক্ত কোবাল্ট নাইট্রেট মিশাইলে অবশেষ কালো হইয়া যায় এরূপ পরীক্ষায় কোবাল্ট নাইট্রেট [$Co(NO_3)_2$] প্রথমে কোবাল্ট অক্সাইডে

(CoO) পরিণত হয়। ইহা Al, Zn ইত্যাদির অক্সাইডের (Al_2O_3, ZnO) সঙ্গে কোবাল্টের জটিল যৌগ গঠন করিয়া বিশিষ্ট বর্ণ লাভ করে। Ca-লবণের ক্ষেত্রে এরূপ পরীক্ষায় ধূসর বর্ণের (grey) অবশেষ পাওয়া যায়। কিন্তু Ca-লবণের এরূপ পরীক্ষা বিশেষ সুস্পষ্ট নয়—কষ্টসাধ্য।]

$$2Co(NO_3)_2 = 2CoO + 4NO_2 + O_2$$

$Al_2O_3 + CoO = Al_2CoO_4$ (নীল); $ZnO + CoO = ZnCoO_2$ (সবুজ)

$CaO + CoO = CaCoO_2$ (ধূসর); $MgO + CoO = MgCoO_2$ (গোলাপী)

5. বিজারণ শিখায় চারকোল পরীক্ষা (Charcoal test in reducing flame) :

এই পরীক্ষায় Pb, Cu, Fe, Zn, Ca ও Mg যৌগ পরীক্ষণীয়।

পরীক্ষা : (i) পরীক্ষণীয় লবণের সঙ্গে **চার গুণ** পরিমাণে সোডিয়াম কার্বনেট [Na_2CO_3] মিশাও এবং চারকোল পিণ্ডের গর্তে অল্প পরিমাণে এই মিশ্রণ রাখ এবং এক ফোঁটা জল ফেলিয়া মিশ্রণটি সিক্ত করিয়া আঙ্গুল দিয়া গর্তে বেশ করিয়া ঠাসিয়া দাও।

(ii) বুনসেন দীপের বায়ুরন্ধ্র বন্ধ করিয়া দিয়া দীপ-শিখা **প্রদীপ্ত** (luminous) কর। এই প্রদীপ্ত শিখাই **বিজারণ শিখা** (Reducing flame)। এই শিখার বাহিরে ফুৎ-নল রাখিয়া শিখার **ভিতরের প্রদীপ্ত কোণ** (inner cone) পরীক্ষণীয় মিশ্রণের উপর প্রলম্বিত করিয়া পরীক্ষণীয় দ্রব্য উত্তপ্ত কর।

এরূপ প্রদীপ্ত শিখায় কার্বন কণা আছে। এই **কার্বন কণা** ধাতব যৌগকে বিজারিত করিয়া **ধাতুতে** পরিণত করে। অঙ্গার পিণ্ডের কার্বনও বিজারণ ক্রিয়ায় সাহায্য করে। প্রথমে সোডিয়াম কার্বনেটের সঙ্গে বিক্রিয়ায় ধাতব লবণ অক্সাইড যৌগ এবং কোন কোন ক্ষেত্রে পরবর্তী বিজারণ ক্রিয়ায় ধাতব যৌগ ধাতুতে পরিণত হয়। যথা :

$ZnS + Na_2CO_3 = ZnCO_3 + Na_2S$; $ZnCO_3 = ZnO + CO_2 \uparrow$.

$PbO + C = Pb + CO \uparrow$; $Fe_2O_3 + 3C = 2Fe + 3CO \uparrow$.

(iii) পূর্বের পরীক্ষার ন্যায় চিমটার সাহায্যে বামহাতে চারকোল পিণ্ড ধরিয়া ডান হাতে ফুৎ-নল লও এবং **ফুৎ-নলের মুখটি শিখার বাহিরের দিকে স্পর্শ করিয়া** মৃদুভাবে ফুঁ দাও এবং চারকোল পিণ্ডের গর্তে স্থাপিত লবণের উপর প্রদীপ্ত শিখা প্রলম্বিত কর। [খুব জোরে ফুঁ দিয়া **প্রদীপ্ত শিখাকে অপ্রদীপ্ত করিও না**। প্রদীপ্ত শিখা অপ্রদীপ্ত হইয়া গেলে বিজারণ শিখা জারণ শিখায় পরিণত হইয়া যাইবে। ইহার ফলে ধাতুর যৌগ বিজারিত করা সম্ভব হইবে না। যাহা বিজারিত হইবে তাহা আবার জারিত হইয়া যাইবে।]

নলের সাহায্যে ফুঁ দিয়া **অদীপ্ত শিখার অগ্রভাগ** (extreme end) তাহার উপরে স্থাপন বা প্রলম্বিত কর।

বিজারণ শিখা (Reducing flame) : বুনসেন দীপের বায়ুরন্ধ্র (air-hole) সম্পূর্ণভাবে বন্ধ করিয়া প্রথমে একটি **প্রদীপ্ত শিখা** (luminous flame) তৈরী কর। ফুৎ-নলটি প্রদীপ্ত শিখার বাহিরে রাখিয়া **মৃদুভাবে** নলে ফুঁ দাও এবং **ভিতরের প্রদীপ্ত-কোণটি** (inner luminious cone) যে বস্তুকে উত্তপ্ত করিতে হইবে তাহার উপরে স্থাপন বা প্রলম্বিত কর।

1. **উত্তাপন পরীক্ষা** (Ignition Test) :

এই পরীক্ষায় Zn, Pb, Fe, Cu, Ca এবং Al যৌগ পরীক্ষণীয়।

একটি শুষ্ক পরীক্ষা-নল লও। পরীক্ষা-নল শুষ্ক না হইলে উত্তপ্ত করার সময় ফাটিয়া যাইবে। পরীক্ষা-নলে অল্প পরিমাণে পরীক্ষণীয় লবণ লও এবং বুনসেন দীপের অদীপ্ত শিখায় উত্তপ্ত কর। বিভিন্ন লবণ লইয়া নিম্নরূপ পরীক্ষা কর।

পরীক্ষা (Experiment)	**পর্যবেক্ষণ** (Observation)	**সিদ্ধান্ত** (Inference)
1. পরীক্ষানলে স্থাপিত পরীক্ষণীয় যৌগ (জিংক অক্সাইড—ZnO) উচ্চতাপে উত্তপ্ত কর। পরীক্ষা-নল আবার ঠাণ্ডা কর।	**তপ্ত** অবস্থায় লবণ দেখিতে **হরিদ্রাভ**, ঠাণ্ডা অবস্থায় লবণের বর্ণ **সাদা**।	ইহা Zn যৌগ [ইহা ZnO (জিংক অক্সাইড) এবং জিংকের অন্যান্য কয়েকটি যৌগ হইতে পারে।]
2. পরীক্ষানলে পরীক্ষণীয় যৌগ [লেড মনক্সাইড (PbO)*] লও ও উত্তপ্ত কর।	**তপ্ত ও শীতল** উভয় অবস্থায় লবণ **হরিদ্রাভ** বর্ণ ধারণ করে।	ইহা Pb যৌগ। [PbO এবং Pb-এর অন্যান্য কয়েকটি যৌগ]

*[লেডের আরো কয়েকটি লবণ এইরূপভাবে উত্তপ্ত করিলে হরিদ্রাভ বর্ণ ধারণ করে।]

পরীক্ষা (Experiment)	পর্যবেক্ষণ (Observation)	সিদ্ধান্ত (Inference)
3. পরীক্ষা-নলে বাদামী বর্ণের [ফেরিক অক্সাইড (Fe_2O_3)] যৌগ ভরিয়া উত্তপ্ত কর।	বাদামী বর্ণের যৌগ **কালো** হইয়া যায়। সাধারণত তপ্ত অবস্থায় **কালো**, শীতল অবস্থায় অনেকটা **বাদামী**।	ইহা Fe যৌগ। [ইহা প্রধানত Fe_2O_3 যৌগ।]
4. নীল বা সবুজাভ লবণ (কপার সালফেট $CuSO_4, 5H_2O$) পরীক্ষা-নলে ভরিয়া উত্তপ্ত কর।	উচ্চ তাপে উত্তপ্ত লবণের বর্ণ জলীয় বাষ্প অপসারণের ফলে দেখিতে হয় **সাদা**। উচ্চতর তাপে দেখিতে **কালো** (CuO) হইয়া যায়।	ইহা Cu যৌগ। [ইহা প্রধানত $CuSO_4$, $5H_2O$]
5. পরীক্ষা-নলে পর পর সাদা লবণ [ক্যালসিয়াম সালফেট—$CaSO_4$; ম্যাগনেসিয়াম সালফেট—$MgSO_4$; অ্যালুমিনিয়াম সালফেট—$Al_2(SO_4)_3$] উচ্চতাপে উত্তপ্ত কর।	পরীক্ষা নলে সাদা অবশেষ তপ্ত অবস্থায় **লালাভ উজ্জ্বল** (glowing) দেখায়, কিন্তু বিগলিত হয় না।	ইহা Ca, Mg, Al বা Zn-এর সালফেট লবণ।

[**দ্রষ্টব্য** : অ্যামোনিয়া, মার্কারী এবং আরসেনিকের লবণ এরূপ পরীক্ষার উৎক্ষেপ (sublimate) তৈরী করে। কিন্তু এইরূপ মূলক পাঠ্যতালিকার অন্তর্ভুক্ত নয় বলিয়া এই পরীক্ষায় যুক্ত করা হয় নাই।]

2. **শিখা পরীক্ষা (Flame Test)** :

এই পরীক্ষায় Pb, Cu এবং Ca-যৌগ পরীক্ষণীয়।

(i) একটি কাচের শলা বুনসেন দীপে উত্তপ্ত করিয়া উহার মাথাটি গলাইয়া উহাতে একটি প্লাটিনামের তার লাগাও।

(iv) যতক্ষণ পর্যন্ত পরীক্ষণীয় যৌগ **গলিয়া** না যায় ততক্ষণ পর্যন্ত ফুঁ দিয়া প্রদীপ্ত শিখায় পরীক্ষণীয় লবণ **উত্তপ্ত** কর। পরীক্ষণীয় লবণ গলিবার পরে হয় চারকোল পিণ্ডের গায়ে **চকচকে ধাতু** দেখা দিবে অথবা **বিশেষ বর্ণের অবশেষ** (residue) পাওয়া যাইবে।

(v) পরীক্ষার জন্য পরপর Pb, Cu, Fe ইত্যাদি যৌগ লও।

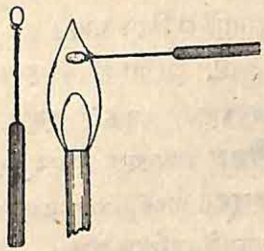
পর্যবেক্ষণ (Observation)	সিদ্ধান্ত (Inference)
1. **সীসার দানা** তৈরী হইবে এবং চারকোল পিণ্ডের গর্তের চারিদিকে হাল্কা **হলুদবর্ণ** দেখা যাইবে। এই দানা সাদা কাগজে লেড পেন্সিলের ন্যায় দাগ কাটে।	ইহা ধাতব লেড (Pb)
2. **লাল বর্ণের আঁশ** পাওয়া যাইবে। এই লাল আঁশের উপর কয়েক ফোঁটা ঘন HNO_3 ফেল। বাদামী বর্ণের ধোঁয়া (NO_2) সৃষ্টি হইবে।	ইহা ধাতব কপার (Cu)
3. **কালো বর্ণের শক্ত অবশেষ**। ইহা চাঁছিয়া লও এবং ইহার সামনে চুম্বক ধর। কালো চূর্ণ চুম্বকে আকর্ষিত হইবে।	ইহা ধাতব লোহা (Fe)
4. গর্তের চারিদিকে **সাদা সর** (incrustation) পড়ে। ইহা তপ্ত অবস্থায় **হরিদ্রাভ**। **শীতল** অবস্থায় **সাদা**।	ইহা জিংক অক্সাইড (ZnO)
5. উচ্চতাপে **অবিগলিত** (infusible) থাকে এবং **লালাভ** (glowing) দেখায়।	Ca, Mg ও Al-এর অক্সাইড (CaO, MgO, Al_2O_3)

6. সোহাগা দানার পরীক্ষা (Borax bead test) :

পরীক্ষা : এই পরীক্ষায় **শুধু রঙিন লবণ** তথা কপার (Cu) ও আয়রনের (Fe) লবণ পরীক্ষা করা হয়। **বোরাক্স** (সোহাগা) মৌলিক পদার্থ **বোরনের** একটি যৌগ। ইহার সংকেত—$Na_2B_4O_7, 10H_2O$.

(i) কাচের শলার মাথায় বসানো প্লাটিনামের তার বাঁকাইয়া গোল করিয়া একটি **আংটি** (ring) তৈরী কর।

(ii) আংটিটি বুনসেন দীপে গরম করিয়া তপ্ত অবস্থায় বোরাক্স অর্থাৎ সোহাগা-চূর্ণ স্পর্শ কর। কিছু পরিমাণে সোহাগা-চূর্ণ তারের আংটিতে লাগিয়া থাকিবে। আংটিতে লাগানো এই সোহাগা-চূর্ণ বুনসেন দীপের **অদীপ্ত জারণ শিখায়** উত্তপ্ত কর; দেখিবে, সোহাগা-চূর্ণ প্রথমে খৈ-এর মত ফুলিয়া উঠিবে। ইহা আরও উত্তপ্ত করিলে সাদা সোহাগার খৈ গলিয়া গিয়া কাচের ন্যায় **বর্ণহীন স্বচ্ছ** দানায় পরিণত হইবে। এই ছোট দানাটি আর একবার সোহাগা-চূর্ণ স্পর্শ করিয়া পুনরায় উত্তপ্ত করিয়া গলাইয়া ফেল। এইভাবে কয়েকবার সোহাগা দানা লইয়া ফুলাইয়া ও গলাইয়া একটি ছোট **বর্ণহীন স্বচ্ছ** সোহাগা দানা (Borax **bead**) তৈরী কর।


সোহাগা দানার পরীক্ষা

(iii) উত্তপ্ত সোহাগা দানাটি পরীক্ষণীয় লবণে স্পর্শ করিয়া **খুব সামান্য কয়েকটি কণা পরিমাণ** লবণ সোহাগা দানায় লাগাইয়া দাও। পরীক্ষণীয় লবণ যেন বেশী না হয়। **লবণের পরিমাণ বেশী হইলে উত্তাপের ফলে সোহাগা দানা কালো হইয়া যাইবে।**

(iv) কণামাত্রার লবণ-লাগানো সোহাগা দানাটি প্রথমে **অদীপ্ত জারণ শিখায়** (non-luminous flame) এবং পরে **প্রদীপ্ত বিজারণ শিখায়** (luminous flame) উত্তপ্ত কর।

[বায়ুরন্ধ্র অর্ধেক খোলা থাকিলে দীপ শিখার বাহিরের অংশ দেখিতে হয় **অদীপ্ত** এবং ভিতরের শিখা হয় **প্রদীপ্ত**। লবণ-লাগানো সোহাগা দানা প্রথমে শিখার বাহিরের অদীপ্ত অংশে ও পরে প্রদীপ্ত শিখার ভিতরের অংশে ধরিয়া এই পরীক্ষা করিতে হয়।

(v) **অদীপ্ত শিখায়** উত্তপ্ত করিয়া দানাটি শিখার বাহিরে আনিয়া সোহাগা দানার বর্ণ লক্ষ্য কর এবং পুনরায় একই দানা **প্রদীপ্ত শিখায়** উত্তপ্ত করিয়া বাহিরে আনিয়া পুনরায় দানার বর্ণ লক্ষ্য কর।

(vi) পরীক্ষার জন্য পর পর Cu ও Fe যৌগ লও।

অদীপ্ত জারণ শিখায় উত্তপ্ত করার পরে	প্রদীপ্ত বিজারণ শিখায় উত্তপ্ত করার পরে	পরীক্ষার সিদ্ধান্ত (Inference)
1. **উত্তপ্ত** অবস্থায় দানাটি সবুজ এবং **শীতল** অবস্থায় **নীল**। সবর্ণ দানাটি দেখিতে স্বচ্ছ।	দানার বর্ণ লাল। দানাটি দেখিতে অস্বচ্ছ।	কপার (Cu) যৌগ।
2. দানাটি **তপ্ত** অবস্থায় মেটে **হলুদ**, **শীতল** অবস্থায় হাল্কা **হলুদ**। সবর্ণ (coloured) দানাটি দেখিতে স্বচ্ছ।	দানাটি বোতলের বর্ণের ন্যায় **হাল্কা সবুজ**। দানাটি দেখিতে স্বচ্ছ।	লোহার (Fe) যৌগ।

[এরূপ পরীক্ষায় কপার ও লোহার সবর্ণ বোরেট যৌগ গঠিত হয়। বিজারণ শিখায় আংশিকভাবে ধাতব কপারও গঠিত হয়।]

বিক্রিয়া ঃ সোহাগা দানা উত্তাপে ভাঙ্গিয়া গিয়া প্রথমে সোডিয়াম মেটাবোরেট ও বোরিক অক্সাইড তৈরী হয়। যথা—

$$Na_2B_4O_7, 10H_2O \rightarrow 2NaBO_2 + B_2O_3 + 10H_2O \uparrow$$

জারণ শিখায় ঃ (i) $CuO + B_2O_3 = Cu(BO_2)_2$

(কিউপ্রিক বোরেট)

(ii) $CuO + NaBO_2 = NaCuBO_3$

(অর্থোবোরেট)

বিজারণ শিখায় ঃ (i) $2Cu(BO_2)_2 + 2NaBO_2 + C$
$= 2CuBO_2 + Na_2B_4O_7 + CO$

(কিউপ্রাস মেটাবোরেট)

(ii) $2CuBO_2 + 4NaBO_2 + 2C$
$= 2Cu + 3Na_2B_4O_7 + 2CO$

13

ধাতব বা ক্ষারকীয় লবণের সিক্ত পরীক্ষা

(Wet Test for Basic Radicals)

[জলে বা লঘু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডে দ্রবণীয় ধাতব লবণই শুধু পরীক্ষণীয়। অদ্রবণীয় লবণ পাঠক্রমের অন্তর্ভুক্ত নয়।]

বিভিন্ন লবণের দ্রবণীয়তা (Solubility) : কপার, জিংক, লেড, অ্যালুমিনিয়াম, আয়রণ ক্যালসিয়াম ও ম্যাগনেসিয়ামের সমস্ত **নাইট্রেট লবণ,** কিউপ্রাস ক্লোরাইড (Cu_2Cl_2) ও লেড ক্লোরাইড (গরম জলে দ্রবণীয়) ব্যতীত সমস্ত **ক্লোরাইড লবণ** এবং ক্যালসিয়াম ও লেড সালফেট [$CaSO_4$ (সামান্য দ্রবণীয়), $PbSO_4$] ব্যতীত সমস্ত **সালফেট লবণ জলে দ্রবণীয়।** উল্লিখিত ধাতুর সমস্ত **সালফাইড ও কার্বনেট লবণ জলে অদ্রবণীয়** কিন্তু ইহাদের লবণ ও সাধারণ যৌগ লঘু অ্যাসিডে দ্রবণীয়।

দ্রবণ প্রস্তুতি (Preparation of solution) : পরীক্ষা-নলে অল্প লবণ লইয়া তাহার মধ্যে জল ঢাল এবং পরীক্ষা-নলটি ঝাঁকাইয়া কঠিন লবণ দ্রবীভূত কর। লবণ যথার্থ দ্রবীভূত হইলে বর্ণীল বা বর্ণহীন দ্রবণ দেখিতে হইবে **স্বচ্ছ**। দ্রবণ **অস্বচ্ছ** দেখাইলে বুঝিতে হইবে যে কঠিন লবণ সম্পূর্ণ দ্রবীভূত হয় নাই। এরূপ ক্ষেত্রে আরও জল মিশাইবার এবং গরম করিবার পরেও যদি দ্রবণ ঘোলা অর্থাৎ অস্বচ্ছ দেখায় তাহা হইলে বুঝিতে হইবে যে, দ্রবণে ময়লা আছে। এরূপ ময়লা দ্রবণ ফিলটার কর। ফিলটার কাগজে অবশেষরূপে ময়লা পড়িয়া থাকিবে এবং পরিস্রুত দ্রবণ দেখিতে হইবে স্বচ্ছ। **বিশুদ্ধ দ্রবণীয় পদার্থের বর্ণহীন বা বর্ণীল দ্রবণ সব সময় দেখিতে হইবে স্বচ্ছ** (clear and transparant)।

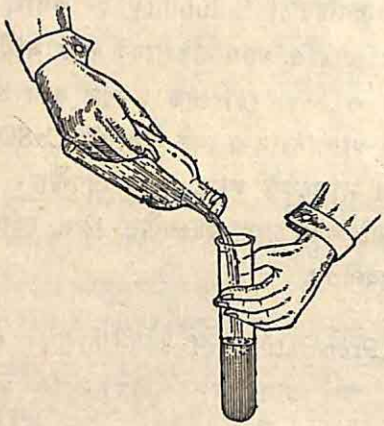
যে পদার্থ জলে দ্রবীভূত হয় না, তাহা লঘু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড (dil. HCl) দ্রবীভূত কর।

(জল বা অ্যাসিডে কিভাবে যথার্থ স্বচ্ছ দ্রবণ তৈরী করিতে হয়, সিক্ত পরীক্ষা আরম্ভ করার পূর্বেও উহার কয়েকটি পরীক্ষা অভ্যাস করা প্রয়োজন। যে সকল লবণের সিক্ত পরীক্ষা করিতে হইবে প্রথমে তাহাদের দ্রবণ ছাত্রদের দ্বারা তৈরী করান বাঞ্ছনীয়। দ্রবণীয়তা সম্বন্ধে ছাত্রদের অনেক ক্ষেত্রে অস্পষ্ট ধারণা থাকিতে দেখা যায়।)

বিভিন্ন ধাতব মূলকের সিক্ত পরীক্ষা

1. লেড বা সীসার মূলক-[Pb^{++}]

একটি পরীক্ষা-নলে লেড নাইট্রেট লবণ [$Pb(NO_3)_2$] লও এবং পাতিত জলে দ্রবীভূত করিয়া **স্বচ্ছ বা বর্ণহীন** দ্রবণ তৈরী কর। প্রতিবার এই দ্রবণ হইতে প্রায় 2 ml. করিয়া দ্রবণ অপর একটি পরীক্ষা-নলে লও এবং ইহার মধ্যে প্রয়োজনীয় বিকারক (Reagent) মিশাইয়া নিম্নলিখিত পরীক্ষাগুলি সম্পন্ন কর।



বিকারক ঢালিবার পদ্ধতি

বিকারক ও পরীক্ষা (Reagent & Expt.)	পর্যবেক্ষণ (Observation)	সিদ্ধান্ত (Inference)
1. লঘু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড (dil. HCl) : লঘু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড (dil. HCl) পরীক্ষণীয় দ্রবণে ঢাল।	সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে। ইহা গরম কর। অধঃক্ষেপ দ্রবীভূত হইয়া যায়। গরম দ্রবণ-ভরা পরীক্ষা-নল ঠাণ্ডাজলের ধারায় শীতল কর। আবার সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে। ইহা দেখিতে সূচের ন্যায় এবং বর্ণ চকচকে ও দানাদার।	সাদা লেড ক্লোরাইড অধঃক্ষেপ পড়ে। যথা : $Pb(NO_3)_2 + 2HCl = PbCl_2 \downarrow + 2HNO_3$. লেড ক্লোরাইড গরম জলে দ্রবণীয়, শীতল জলে অদ্রবণীয়।

বিকারক ও পরীক্ষা (Reagent & Expt.)	পর্যবেক্ষণ (Observation)	সিদ্ধান্ত (Inference)
2. H_2S গ্যাস : দ্রবণ উত্তপ্ত করিয়া কীপস্ যন্ত্র হইতে সংগৃহীত সালফিউরেটেড হাইড্রোজেন (H_2S) গ্যাস পরীক্ষা-নলের দ্রবণে চালাও।	কালো অধঃক্ষেপ পড়ে। ইহার মধ্যে লঘু HNO_3 মিশাও ও গরম কর। অধঃক্ষেপ দ্রবীভূত হয়।	কালো লেড সালফাইড (PbS) অধঃক্ষেপ পড়ে। যথা : $Pb(NO_3)_2 + H_2S = PbS + 2HNO_3$. PbS লঘু ও তপ্ত HNO_3 অ্যাসিডে দ্রবীভূত হয়।
3. কস্টিক সোডা (NaOH) দ্রবণ :		
(i) পরীক্ষণীয় দ্রবণে প্রথমে অল্প পরিমাণে ধীরে ধীরে NaOH দ্রবণ ঢাল।	(i) প্রথমে সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে।	(i) এই সাদা অধঃক্ষেপ $Pb(OH)_2$; $Pb(NO_3)_2 + 2NaOH = Pb(NO)_2 \downarrow + 2NaNO_3$.
(ii) এই অধঃক্ষেপের মধ্যে অতিরিক্ত NaOH দ্রবণ ঢাল।	(ii) সাদা অধঃক্ষেপ দ্রবীভূত হইয়া আবার স্বচ্ছ দ্রবণ তৈরী হয়।	(ii) এই $Pb(OH)_2$ অতিরিক্ত NaOH দ্রবণে দ্রবীভূত হইয়া সোডিয়াম প্লামবাইট $Na_2(PbO_2)$ গঠন করে। যথা : $Pb(OH)_2 + 2NaOH = Na_2(PbO_2) + 2H_2O$.

বিকারক ও পরীক্ষা (Reagent & Expt.)	পর্যবেক্ষণ (Observation)	সিদ্ধান্ত (Inferece)
4. পটাসিয়াম ক্রোমেট (K_2CrO_4) দ্রবণ : পরীক্ষণীয় দ্রবণে পটাসিয়াম ক্রোমেট (K_2CrO_4) দ্রবণ ঢাল।	হলুদ অধঃক্ষেপ পড়ে। অধঃক্ষেপ তিন অংশে ভাগ কর। এক অংশে লঘু HNO_3, অপর অংশে NaOH ঢাল। দুই ক্ষেত্রেই অধঃক্ষেপ দ্রবীভূত হইবে। তৃতীয় অংশে অ্যাসেটিক অ্যাসিড ঢাল। অধঃক্ষেপ দ্রবীভূত হইবে না।	হলুদ অধঃক্ষেপ লেড ক্রোমেট ($PbCrO_4$); যথা : $Pb(NO_3)_2 + K_2CrO_4 = PbCrO_4 \downarrow + 2KNO_3$
5. পটাসিয়াম আয়োডাইড (KI) দ্রবণ : পরীক্ষণীয় দ্রবণে ধীরে ধীরে অল্প অল্প করিয়া পটাসিয়াম আয়োডাইড (KI) দ্রবণ ঢাল।	হলুদ অধঃক্ষেপ পড়ে। অতিরিক্ত KI-দ্রবণ মিশাও এবং উহা গরম কর; অধঃক্ষেপ দ্রবীভূত হইয়া যায়। শীতল জল-ধারায় রাখিয়া দ্রবণ ঠাণ্ডা কর। পুনরায় হলুদ বর্ণের চকচকে অধঃক্ষেপ পড়ে।	হলুদ অধঃক্ষেপ লেড আয়োডাইড (PbI_2) যথা : $Pb(NO_3)_2 + 2KI = PbI_2 + 2KNO_3$
6. লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড (dil. H_2SO_4) : পরীক্ষণীয় দ্রবণে লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড (dil. H_2SO_4) ঢাল।	সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে। ইহার মধ্যে ঘন অ্যামোনিয়াম অ্যাসিটেট দ্রবণ ঢাল; অধঃক্ষেপ দ্রবীভূত হয়।	সাদা অধঃক্ষেপ লেড সালফেট ($PbSO_4$); যথা : $Pb(NO_3)_2 + H_2SO_4 = PbSO_4 \downarrow + 2HNO_3$ $PbSO_4$ ঘন অ্যামোনিয়াম অ্যাসিটেট দ্রবণে দ্রবীভূত হয়।

2. কপার বা তাম্র-মূলক [Cu^{++}]

কপার সালফেট ($CuSO_4, 5H_2O$) দ্রবণ তৈরী করিয়া নিম্নলিখিত পরীক্ষা সম্পন্ন কর। দ্রবণের বর্ণ হইবে নীল।

বিকারক ও পরীক্ষা (Reagent & Expt.)	পর্যবেক্ষণ (Observation)	সিদ্ধান্ত (Inference)
1. **লঘু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড** (dil. HCl) : পরীক্ষণীয় দ্রবণে লঘু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড (dil. HCl) ঢাল।	দ্রবণে কোন অধঃক্ষেপ পড়ে না।	HCl-এ কোন বিক্রিয়া নাই।
2. পরীক্ষণীয় দ্রবণে লঘু HCl মিশাও এবং উত্তপ্ত করিয়া ইহার মধ্যে সালফিউরেটেড হাইড্রোজেন (H_2S) গ্যাস চালাও।	কালো অধঃক্ষেপ পড়ে। এই অধঃক্ষেপে লঘু HNO_3 মিশাইয়া উত্তপ্ত কর। কালো অধঃক্ষেপ দ্রবীভূত হয়।	কালো অধঃক্ষেপ **কপার সালফাইড** (CuS); যথা : $CuSO_4 + H_2S = CuS\downarrow + H_2SO_4$. অধঃক্ষেপ ফুটন্ত লঘু HNO_3-এ দ্রবণীয়।
3. **অ্যামোনিয়াম হাইড্রক্সাইড** (NH_4OH) **দ্রবণ** : পরীক্ষা-নলে দ্রবণ লইয়া ধীরে ধীরে অ্যামোনিয়াম হাইড্রক্সাইড (NH_4OH) দ্রবণ মিশাও।	প্রথমে ফিকা নীলবর্ণের অধঃক্ষেপ পড়ে। অতিরিক্ত NH_4OH দ্রবণ মিশাইলে অধঃক্ষেপ দ্রবীভূত হইয়া যায় এবং ঘন নীল বর্ণের দ্রবণ তৈরী হয়।	ফিকা নীল অধঃক্ষেপ ক্ষারকীয় **কপার সালফেট**। [$CuSO_4, Cu(OH)_2$], যথা— $2CuSO_4 + 2NH_4OH = CuSO_4, Cu(OH)_2 + (NH_4)_2SO_4$; অতিরিক্ত NH_4OH দ্রবণ মিশ্রণে কপারের একটি জটিল যৌগ তৈরী হয়। যথা: $[Cu(NH_3)_4]SO_4$
4. NaOH **দ্রবণ** : পরীক্ষণীয় দ্রবণে সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড (NaOH) দ্রবণ মিশাও।	নীল অধঃক্ষেপ পড়ে। ইহা ফুটাইলে কালো হইয়া যায়।	নীল অধঃক্ষেপ **কিউপ্রিক হাইড্রক্সাইড** [$Cu(OH)_2$] এবং ইহা উত্তপ্ত করিলে কালো CuO যৌগে পরিণত হয়।

বিকারক ও পরীক্ষা (Reagent & Expt.)	পর্যবেক্ষণ (Observation)	সিদ্ধান্ত (Inference)
5. **পটাসিয়াম ফেরো-সায়নাইড :** পরীক্ষণীয় দ্রবণে পটাসিয়াম ফেরো-সায়নাইড $[K_4Fe(CN)_6]$ দ্রবণ ঢাল।	মেটে লাল অধঃক্ষেপ পড়ে। ইহার একাংশের মধ্যে HCl ঢাল। অধঃক্ষেপ দ্রবীভূত হয় না। অধঃক্ষেপের অপর অংশের মধ্যে NH_4OH ঢাল। ঘন নীল বর্ণের স্বচ্ছ দ্রবণ তৈরী হয়। [দুইটি আলাদা পরীক্ষা-নলে দুই অংশের পরীক্ষা সম্পন্ন কর।]	লাল অধঃক্ষেপ **কিউপ্রিক ফেরোসায়নাইড** যথা : $[Cu_2Fe(CN)_6]$ $2CuSO_4 + K_4[Fe(CN)_6] = Cu_2[Fe(CN]_6] \downarrow + 2K_2SO_4$
6. **লোহার পাত :** $CuSO_4$ দ্রবণে লোহার একটি ছুরির পাত কিছুক্ষণ ডুবাইয়া রাখ।	লোহার গায়ে লাল অধঃক্ষেপ পড়ে।	লোহার পাতের উপরে ধাতব **তামার লাল অধঃক্ষেপ** পড়ে ; বিক্রিয়া : $CuSO_4 + Fe = Cu \downarrow + FeSO_4$.

3. আয়রণ বা লোহার মূলক $[Fe^{++}$ ও $Fe^{+++}]$

লোহার ফেরাস ($FeCl_2$) ও ফেরিক ($FeCl_3$)—এরূপ দুই শ্রেণীর যৌগ গঠন করে। একটি বীকারে সবুজ ফেরাস সালফেট ($FeSO_4, 7H_2O$) দ্রবীভূত করিয়া **ফেরাস দ্রবণ** তৈরী কর এবং অপর একটি বীকারে হলুদ ফেরিক ক্লোরাইড ($FeCl_3, 6H_2O$) দ্রবীভূত করিয়া **ফেরিক দ্রবণ** তৈরী কর। ফেরাস লবণের দ্রবণ দেখিতে সবুজাভ এবং ফেরিক লবণের দ্রবণ লালাভ হলুদ। একটি পরীক্ষা-নলে $FeSO_4$ দ্রবণ এবং আর একটি পরীক্ষা-নলে $FeCl_3$ দ্রবণ লও। **উভয় পরীক্ষা-নলে একই বিকারক মিশাইয়া পাশাপাশি রাখিয়া বিভিন্ন ধরণের বিক্রিয়া লক্ষ্য কর।**

ব্যবহৃত বিকারক	পরীক্ষা, পর্যবেক্ষণ ও সিদ্ধান্ত	পরীক্ষা পর্যবেক্ষণ ও সিদ্ধান্ত
	[ফেরাস দ্রবণ] (Fe^{++})	[ফেরিক দ্রবণ] (Fe^{+++})
1. সালফিউরেটেড হাইড্রোজেন (H_2S) গ্যাস।	(i) ফেরাস দ্রবণে লঘু HCl মিশাও এবং অ্যাসিড মিশ্রিত দ্রবণে H_2S চালাও। কোন কালো অধঃক্ষেপ পড়ে না। কারণ, FeS অ্যাসিডে দ্রবণীয়। $FeCl_2+H_2S = FeS+2HCl$ (ii) আর একটি পরীক্ষানলে $FeSO_4$ দ্রবণ লইয়া তার মধ্যে NaOH মিশাও এবং ক্ষার মিশ্রিত দ্রবণে H_2S চালাও। কালো FeS অধঃক্ষেপ পড়ে। কারণ, ক্ষারীয় দ্রবণে FeS অদ্রবণীয়। $FeSO_4+H_2S+2NaOH= FeS\downarrow+Na_2SO_4+2H_2O$	(i) অ্যাসিডে মিশ্রিত ফেরিক দ্রবণে H_2S চালাও। কোন কালো অধঃক্ষেপ পড়ে না। সালফার (S) বিচ্ছিন্ন হওয়ার জন্য দ্রবণের বর্ণ হরিদ্রাভ দেখায়। যথা: $2FeCl_3+H_2S= 2FeCl_2+2HCl+S.$ (ii) আরএকটি পরীক্ষানলে ফেরিক দ্রবণে NaOH মিশাও এবং তার মধ্যে H_2S চালাও। কালো FeS এবং S অধঃক্ষেপ পড়ে। কারণ, FeS ক্ষারীয় দ্রবণে অদ্রবণীয়। $2FeCl_3+3H_2S+6NaOH =2FeS\downarrow+S+6NaCl+6H_2O$
2. অ্যামোনিয়াম সালফাইড দ্রবণ। [NH_4OH দ্রবণে H_2S চালাইয়া স্বচ্ছ $(NH_4)_2S$ তৈরী কর।	পরীক্ষণীয় দ্রবণে অ্যামোনিয়াম সালফাইড দ্রবণ মিশাও। কালো FeS অধঃক্ষেপ পড়ে। ইহা লঘু HCl বা H_2SO_4-এ	পরীক্ষণীয় দ্রবণে $(NH_4)_2S$ মিশাও। কালো FeS এবং S অধঃক্ষেপ পড়ে। ইহাও লঘু HCl-এ দ্রবণীয়।

	[ফেরাস দ্রবণ] (Fe^{++})	[ফেরিক দ্রবণ] (Fe^{+++})
	দ্রবণীয়। $FeSO_4+(NH_4)_2S = FeS\downarrow + (NH_4)_2SO_4$; $FeS+2HCl = FeCl_2+H_2S\uparrow$	$2FeCl_3+3(NH_4)_2S = 2FeS\downarrow + S + 6NH_4Cl$; $FeS+2HCl = FeCl_2+H_2S\uparrow$
3. কস্টিক সোডা বা অ্যামোনিয়াম হাইড্রক্সাইড[$NaOH$ বা NH_4OH] দ্রবণ ঢাল।	সবুজাভ সাদা $Fe(OH)_2$ অধঃক্ষেপ পড়ে। ইহা অতিরিক্ত NH_4OH বা $NaOH$ দ্রবণে দ্রবীভূত হয় না। এই $Fe(OH)_2$ বায়ুর সংস্পর্শে দ্রুত বাদামী বর্ণের $Fe(OH)_3$ যৌগে পরিণত হয়। এই অধঃক্ষেপ লঘু HCl-এ দ্রবণীয়। বিক্রিয়া : $FeSO_4+2NaOH= Fe(OH)_2+Na_2SO_4$; $Fe(OH)_2+2HCl =FeCl_2+2H_2O$	ঘন বাদামী বর্ণের আঠালো (gelatinous) $Fe(OH)_3$ অধঃক্ষেপ পড়ে। অতিরিক্ত ক্ষারে ইহা অদ্রবণীয় কিন্তু অ্যাসিডে ইহা দ্রবণীয়। বিক্রিয়া : $FeCl_3+3NH_4OH =Fe(OH)_3\downarrow +3NH_4Cl$; $Fe(OH)_3+3HCl =FeCl_3+3H_2O$
4. অ্যামোনিয়াম-থাইওসায়ানেট বা সালফোসায়ানাইড [$(NH_4)CNS$] দ্রবণ	কোন লালবর্ণ সৃষ্টি হয় না। [কিন্তু ফেরাস সালফেটের ($FeSO_4$)-এর সঙ্গে সব সময়েই কিছু	কোন অধঃক্ষেপ পড়ে না, কিন্তু দ্রবণের রঙ গাঢ় লাল বর্ণে রূপান্তরিত হয়। ইহা ফেরিক ফেরি-থাইওসায়ানেটের বর্ণ। $Fe[Fe(CNS)_6]$

	[ফেরাস দ্রবণ] Fe^{++})	[ফেরিক দ্রবণ] (Fe^{+++})
	পরিমাণে ফেরিক লবণ মিশ্রিত থাকে বলিয়া বাস্তব পরীক্ষায় দ্রবণের রঙ সামান্য রক্তিম দেখায়]।	
5. পটাসিয়াম ফেরোসায়ানাইড— $K_4[Fe(CN)_6]$ দ্রবণ	ফেরাস ফেরোসায়ানাইডের সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে। কিন্তু বায়ুর সংস্পর্শে নীলাভ হইয়া যায়। ইহা পটাসিয়াম ফেরাস ফেরোসায়ানাইড। $2FeSO_4 + K_4[Fe(CN)_6] = Fe_2[Fe(CN)_6] + 2K_2SO_4$; $FeSO_4 + K_4[Fe(CN)_6] = K_2Fe[Fe(CN)_6] + K_2SO_4$	গাঢ় নীল বর্ণের অধঃক্ষেপ পড়ে। ইহা ফেরিক ফেরোসায়ানাইড— $Fe_4[Fe(CN)_6]_3$; ইহাকে **প্রুশীয় নীল** (Prussian Blue) বলা হয়। ইহা লঘু HCl-এ অদ্রবণীয় কিন্তু ঘন HCl-এ দ্রবণীয়। অতিরিক্ত বিকারকেও দ্রবণীয়। দ্রবণের বর্ণ নীল। বিক্রিয়া : $4FeCl_3 + 3K_4[Fe(CN)_6] = Fe_4[Fe(CN)_6]_3\downarrow + 12KCl$
6. পটাসিয়াম ফেরিসায়ানাইড— $K_3[Fe(CN)_6]$ দ্রবণ :	ঘন নীল অধঃক্ষেপ পড়ে। ইহা ফেরাস ফেরিসায়ানাইড যৌগ $Fe_3[Fe(CN)_6]_2$ এবং	কোন অধঃক্ষেপ পড়ে না। কিন্তু দ্রবণের রঙ বাদামী বা সবুজাভ দেখায়।

ব্যবহৃত বিকারক	পরীক্ষা, পর্যবেক্ষণ ও সিদ্ধান্ত	পরীক্ষা, পর্যবেক্ষণ ও সিদ্ধান্ত
	[ফেরাস দ্রবণ] (Fe^{++})	[ফেরিক দ্রবণ] (Fe^{+++})
	দ্রবণীয়। $FeSO_4+(NH_4)_2S = FeS\downarrow + (NH_4)_2SO_4$; $FeS+2HCl = FeCl_2+H_2S\uparrow$	$2FeCl_3+3(NH_4)_2S = 2FeS\downarrow+S+6NH_4Cl$; $FeS+2HCl = FeCl_2+H_2S\uparrow$
3. কস্টিক সোডা বা অ্যামোনিয়াম হাইড্রক্সাইড[$NaOH$ বা NH_4OH] দ্রবণ ঢাল।	সবুজাভ সাদা $Fe(OH)_2$ অধঃক্ষেপ পড়ে। ইহা অতিরিক্ত NH_4OH বা $NaOH$ দ্রবণে দ্রবীভূত হয় না। এই $Fe(OH)_2$ বায়ুর সংস্পর্শে দ্রুত বাদামী বর্ণের $Fe(OH)_3$ যৌগে পরিণত হয়। এই অধঃক্ষেপ লঘু HCl-এ দ্রবণীয়। বিক্রিয়া : $FeSO_4+2NaOH= Fe(OH)_2+Na_2SO_4$; $Fe(OH)_2+2HCl = FeCl_2+2H_2O$	ঘন বাদামী বর্ণের আঠালো (gelatinous) $Fe(OH)_3$ অধঃক্ষেপ পড়ে। অতিরিক্ত ক্ষারে ইহা অদ্রবণীয় কিন্তু অ্যাসিডে ইহা দ্রবণীয়। বিক্রিয়া : $FeCl_3+3NH_4OH = Fe(OH)_3\downarrow+3NH_4Cl$; $Fe(OH)_3+3HCl = FeCl_3+3H_2O$
4. অ্যামোনিয়াম-থাইওসায়ানেট বা সালফোসায়ানাইড [$(NH_4)CNS$] দ্রবণ	কোন লালবর্ণ সৃষ্টি হয় না। [কিন্তু ফেরাস সালফেটের ($FeSO_4$)-এর সঙ্গে সব সময়েই কিছু	কোন অধঃক্ষেপ পড়ে না, কিন্তু দ্রবণের রঙ গাঢ় লাল বর্ণে রূপান্তরিত হয়। ইহা ফেরিক ফেরি-থাইওসায়ানেটের বর্ণ। $Fe[Fe(CNS)_6]$

ব্যবহৃত বিকারক	পরীক্ষা, পর্যবেক্ষণ ও সিদ্ধান্ত	পরীক্ষা, পর্যবেক্ষণ ও সিদ্ধান্ত
	[ফেরাস দ্রবণ] Fe^{++}) পরিমাণে ফেরিক লবণ মিশ্রিত থাকে বলিয়া বাস্তব পরীক্ষায় দ্রবণের রঙ সামান্য রক্তিম দেখায়]।	[ফেরিক দ্রবণ] (Fe^{+++})
5. পটাসিয়াম ফেরোসায়ানাইড— $K_4[Fe(CN)_6]$ দ্রবণ	ফেরাস ফেরোসায়ানাইডের সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে। কিন্তু বায়ুর সংস্পর্শে নীলাভ হইয়া যায়। ইহা পটাসিয়াম ফেরাস ফেরোসায়ানাইড। $2FeSO_4 + K_4[Fe(CN)_6] = Fe_2[Fe(CN)_6] + 2K_2SO_4$; $FeSO_4 + K_4[Fe(CN)_6] = K_2Fe[Fe(CN)_6] + K_2SO_4$	গাঢ় নীল বর্ণের অধঃক্ষেপ পড়ে। ইহা ফেরিক ফেরোসায়ানাইড— $Fe_4[Fe(CN)_6]_3$; ইহাকে **প্রুশীয় নীল** (Prussian Blue) বলা হয়। ইহা লঘু HCl-এ অদ্রবণীয় কিন্তু ঘন HCl-এ দ্রবণীয়। অতিরিক্ত বিকারকেও দ্রবণীয়। দ্রবণের বর্ণ নীল। বিক্রিয়া : $4FeCl_3 + 3K_4[Fe(CN)_6] = Fe_4[Fe(CN)_6]_3 \downarrow + 12KCl$
6. পটাসিয়াম ফেরিসায়ানাইড— $K_3[Fe(CN)_6]$ দ্রবণ :	ঘন নীল অধঃক্ষেপ পড়ে। ইহা ফেরাস ফেরিসায়ানাইড যৌগ $Fe_3[Fe(CN)_6]_2$ এবং	কোন অধঃক্ষেপ পড়ে না। কিন্তু দ্রবণের রঙ বাদামী বা সবুজাভ দেখায়।

ব্যবহৃত বিকারক	পরীক্ষা পর্যবেক্ষণ ও সিদ্ধান্ত	পরীক্ষা, পর্যবেক্ষণ ও সিদ্ধান্ত
	[ফেরাস দ্রবণ] (Fe^{++}) টার্নবুল নীল (Turn bull's blue) নামে পরিচিত। $3FeSO_4+$ $2K_3[Fe(CN)_6]$ $=Fe_3[Fe(CN)_6]_2\downarrow$ $+3K_2SO_4$ [বর্তমানে ইহা পটাসিয়াম ফেরিক ফেরোসায়ানাইড বলিয়া ধার্য করা হয়— $KFe^{+++}[Fe^{++}(CN)_6]$	[ফেরিক দ্রবণ] (Fe^{+++}) বর্ণের কারণ ফেরিক ফেরিসায়ানাইড— $Fe[Fe(CN)_6]$; $FeCl_3$ $+K_3[Fe(CN)_6]$ $=Fe[Fe(CN)_6]$ $+3KCl$
7. ঘন HNO_3	ঘন HNO_3 মিশাইয়া উত্তপ্ত করিলে জারণ ক্রিয়ায় সবুজ বর্ণের ফেরাস লবণ গঁহদ বলুের ফেরিক লবণে পরিণত হয়। $3FeSO_4+4HNO_3$ $=Fe_2(SO_4)_3$ $+Fe(NO_3)_3$ $+NO+2H_2O$	কোন পরিবর্তন ঘটে না।

4. অ্যালুমিনিয়াম মূলক (Al^{+++})

অ্যালুমিনিয়াম সালফেট [$Al_2(SO_4)_3$, $18H_2O$] অথবা পটাস অ্যালাম [K_2SO_4, $Al_2(SO_4)_3$, $24H_2O$] দ্রবণ তৈরী করিয়া পরীক্ষা কর। দ্রবণ দেখিতে বর্ণহীন।

বিকারক ও পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ	সিদ্ধান্ত
1. পরীক্ষণীয় দ্রবণে **অ্যামোনিয়াম হাইড্রক্সাইড** (NH_4OH) দ্রবণ ঢাল।	সাদা আঠালো (gelatinous) অধঃক্ষেপ পড়ে। অতিরিক্ত NH_4OH মিশাইলে ইহা আংশিক ভাবে দ্রবীভূত হয়।	অধঃক্ষেপ অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রক্সাইড, $[Al(OH)_3]$: $Al_2(SO_4)_3 + 6NH_4OH = 2Al(OH)_3 \downarrow + 3(NH_4)_2SO_4$.
2. পরীক্ষণীয় দ্রবণে ধীরে ধীরে অল্প পরিমাণে **সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড** (NaOH) দ্রবণ ঢাল।	প্রথমে সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে। ধীরে ধীরে অতিরিক্ত পরিমাণে NaOH মিশাও। অধঃক্ষেপ দ্রবীভূত হইয়া স্বচ্ছ দ্রবণে পরিণত হয়। এই স্বচ্ছ দ্রবণে অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড (NH_4Cl) মিশাইয়া উত্তপ্ত কর। আবার সাদা অধঃক্ষেপ লঘু HCl-এ দ্রবণীয়।	সাদা অধঃক্ষেপ অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রক্সাইড। অতিরিক্ত NaOH-এর সঙ্গে ইহা সোডিয়াম অ্যালুমিনেট যৌগ গঠন করে ; NH_4Cl-এর সঙ্গে বিক্রিয়ায় $Al(OH)_3$ আবার অধঃক্ষিপ্ত হয়। বিক্রিয়া : $Al(OH)_3 + NaOH = Na(AlO_2) + 2H_2O$; $Na(AlO_2) + NH_4Cl + H_2O = Al(OH)_3 \downarrow + NaCl + NH_3$; $Al(OH)_3 + 3HCl = AlCl_3 + 3H_2O$.
3. পরীক্ষণীয় দ্রবণে **অ্যামোনিয়াম সালফাইড** $(NH_4)_2S$ **দ্রবণ ঢাল।** [NH_4OH দ্রবণে H_2S চালাইয়া $(NH_4)_2S$ দ্রবণ তৈরী কর।]	অ্যামোনিয়াম সালফাইড দ্রবণে মিশাইলে সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে।	প্রথমে অ্যালুমিনিয়াম সালফাইড গঠিত হয়। ইহা জলের সঙ্গে আর্দ্র বিশ্লেষিত হইয়া $Al(OH)_3$-এ পরিণত হয়। বিক্রিয়া :

বিকারক ও পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ	সিদ্ধান্ত
		$Al_2(SO_4)_3 + 3(NH_4)_2S = Al_2S_3 + 3(NH_4)_2SO_4$; $Al_2S_3 + 6H_2O = 2Al(OH)_3 + 3H_2S$.
4. পরীক্ষণীয় দ্রবণে **সোডিয়াম কার্বনেট** (Na_2CO_3) দ্রবণ ঢাল।	সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে। ইহা অতিরিক্ত বিকারকে দ্রবণীয়।	প্রথমে $Al_2(CO_3)_3$ গঠিত হয় এবং ইহা আর্দ্র বিশ্লেষিত হইয়া $Al(OH)_3$ তৈরী করে। ইহা Na_2CO_3-এর সঙ্গে বিক্রিয়ায় $Na(AlO_2)$ গঠন করে। বিক্রিয়া : $Al_2(SO_4)_3 + 3Na_2CO_3 = Al_2(CO_3)_3 + 3Na_2SO_4$; $Al_2(CO_3)_3 + 6H_2O = 2Al(OH)_3 + 3H_2CO_3$; $2Al(OH)_3 + Na_2CO_3 = 2Na(AlO_2) + CO_2 + 3H_2O$;

5. জিংক-মূলক (Zn^{++})

পরীক্ষার জন্য জিংক সালফেট ($ZnSO_4$, $7H_2O$) দ্রবণ তৈরী কর। এই দ্রবণ বর্ণহীন।

বিকারক ও পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ	সিদ্ধান্ত
1. পরীক্ষণীয় দ্রবণে **অ্যামোনিয়াম সালফাইড** [$(NH_4)_2S$] মিশাও। অথবা	সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে। ইহা জলে অদ্রবণীয় কিন্তু অ্যাসিডে দ্রবণীয়।	ইহা জিংক সালফাইড (ZnS) ; বিক্রিয়া : $ZnSO_4 + (NH_4)_2S = ZnS\downarrow + (NH_4)_2SO_4$

বিকারক ও পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ	সিদ্ধান্ত
দ্রবণে অ্যামোনিয়াম হাইড্রক্সাইড মিশাইয়া ইহাতে H_2S চালাও।		
2. পরীক্ষণীয় দ্রবণে **সোডিয়াম** বা **অ্যামোনিয়াম হাইড্রক্সাইড** [$NaOH$ বা NH_4OH] দ্রবণ অল্প পরিমাণে মিশাও।	(i) দ্রবণে প্রথমে অল্প পরিমাণে $NaOH$ বা NH_4OH মিশাইলে সাদা আঠালো বা জিলেটিনাস অধঃক্ষেপ পড়ে।	সাদা অধঃক্ষেপ জিংক হাইড্রক্সাইড [$Zn(OH)_2$] বিক্রিয়া : $ZnSO_4+2NaOH=Zn(OH)_2+Na_2SO_4$
	(ii) পরে অতিরিক্ত $NaOH$ মিশাইলে আঠালো অধঃক্ষেপ দ্রবীভূত হইয়া যায়। সাদা ও আঠালো অধঃক্ষেপ অ্যাসিডেও দ্রবণীয়।	অতিরিক্ত $NaOH$ মিশ্রণে সোডিয়াম জিংকেট গঠিত হয়। বিক্রিয়া : $Zn(OH)_2+2NaOH=Na_2ZnO_2+2H_2O$
3. পরীক্ষণীয় দ্রবণে **পটাসিয়াম ফেরোসায়ানাইড** মিশাও [$K_4Fe(CN)_6$]	সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে। ইহা $NaOH$ দ্রবণে দ্রবণীয় কিন্তু অ্যাসিটিক অ্যাসিডে অদ্রবণীয়। অতিরিক্ত বিকারকে ইহা অপেক্ষাকৃত কম দ্রবণীয় জিংক পটাসিয়াম ফেরোসায়ানাইডে পরিণত হয়। যথা : $Zn_3K_2[Fe(CN)_6]_2$	সাদা অধঃক্ষেপ **জিংক ফেরোসায়ানাইড**। বিক্রিয়া : $2ZnSO_4+K_4[Fe(CN)_6]=Zn_2[Fe(CN)_6]+2K_2SO_4$

বিকারক ও পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ	সিদ্ধান্ত
4. পরীক্ষণীয় দ্রবণে **সোডিয়াম হাইড্রোজেন ফসফেট** (Na_2HPO_4) দ্রবণ ঢাল এবং কঠিন NH_4Cl মিশাও।	NH_4Cl-এর উপস্থিতিতে সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে। ইহা লঘু অ্যাসিডে দ্রবণীয়।	সাদা অধঃক্ষেপ—$Zn(NH_4)PO_4$; $ZnSO_4+NH_3+Na_2HPO_4 = Na_2SO_4 + Zn(NH_4)PO_4$

6. ক্যালসিয়াম-মূলক [Ca^{++}]

ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড ($CaCl_2, 6H_2O$) দ্রবণ তৈরী কর। দ্রবণ বর্ণহীন।

বিকারক ও পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ	সিদ্ধান্ত
1. পরীক্ষণীয় দ্রবণে **অ্যামোনিয়াম কার্বনেট** [$(NH_4)_2CO_3$] দ্রবণ ঢাল।	সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে। ইহা লঘু HCl অথবা অ্যাসিটিক অ্যাসিডে (CH_3COOH)দ্রবণীয়।	অধঃক্ষেপ **ক্যালসিয়াম কার্বনেট** $CaCl_2+(NH_4)_2CO_3 = CaCO_3\downarrow + 2NH_4Cl$
2. পরীক্ষণীয় ঘন দ্রবণে **লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড**(dil.H_2SO_4) মিশাও।	$CaCl_2$-এর ঘন দ্রবণে লঘু H_2SO_4 মিশাইলে সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে। অধঃক্ষেপ উত্তপ্ত ও ঘন $(NH_4)_2SO_4$-এ দ্রবণীয়। ইহা অ্যাসিডে (HCl, H_2SO_4, HNO_3-এ) দ্রবীভূত হয়।	সাদা অধঃক্ষেপ **ক্যালসিয়াম সালফেট** ($CaSO_4$) ; বিক্রিয়া: $CaCl_2+H_2SO_4 = CaSO_4\downarrow + 2HCl$ অ্যামোনিয়াম সালফেটের সঙ্গে $(NH_4)_2[Ca(SO_4)_2]$ জটিল যৌগ গঠন করে।

বিকারক ও পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ	সিদ্ধান্ত
3. ঘন $CaCl_2$ দ্রবণ লও এবং ইহার মধ্যে **অ্যামোনিয়াম অক্জালেট** $[(NH_4)_2C_2O_4]$ দ্রবণ ঢাল। [লঘু $CaCl_2$ দ্রবণ হইতে ক্যালসিয়াম অক্‌জালেট (CaC_2O_4) ধীরে ধীরে অধঃক্ষেপ পড়ে।]	সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে। ইহা অ্যাসিটিক অ্যাসিডে $[CH_3COOH]$ অদ্রবণীয় কিন্তু খনিজ অ্যাসিডে (HCl, HNO_3, H_2SO_4) দ্রবীভূত হয়।	সাদা অধঃক্ষেপ ক্যালসিয়াম অক্জালেট (CaC_2O_4) বিক্রিয়া : $CaCl_2 + \begin{matrix} COONH_4 \\ \vert \\ COONH_4 \end{matrix} = \begin{matrix} COO \\ \vert \\ COO \end{matrix}\!\!>\!Ca + 2NH_4Cl$
4. পরীক্ষণীয় দ্রবণে **সোডিয়াম হাইড্রোজেন ফসফেট** দ্রবণ (Na_2HPO_4) মিশাও।	সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে। উত্তাপে অধঃক্ষেপ স্ফটিকাকার ধারণ করে।	অধঃক্ষেপ ক্যালসিয়াম হাইড্রোজেন ফসফেট $CaHPO_4$; বিক্রিয়া : $CaCl_2 + Na_2HPO_4 = CaHPO_4 + 2NaCl$

7. ম্যাগনেসিয়াম মূলক $[Mg^{++}]$

ম্যাগনেসিয়াম সালফেট $(MgSO_4, 7H_2O)$ দ্রবণ লও। দ্রবণ বর্ণহীন।

বিকারক ও পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ	সিদ্ধান্ত
1. পরীক্ষণীয় দ্রবণে **সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড** $(NaOH)$ দ্রবণ মিশাও।	সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে। এই অধঃক্ষেপে NH_4Cl দ্রবণ মিশাও। ইহা দ্রবীভূত হইয়া যায়।	ইহা ম্যাগনেসিয়াম হাইড্রক্সাইড— $[Mg(OH)_2]$ $MgSO_4 + 2NaOH = Mg(OH)_2 + Na_2SO_4$; $Mg(OH)_2 + 2NH_4Cl = MgCl_2 + 2NH_4OH$;

বিকারক ও পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ	সিদ্ধান্ত
2. পরীক্ষণীয় দ্রবণে অ্যামোনিয়াম হাইড্রক্সাইড (NH_4OH) দ্রবণ মিশাও।	সাদা জিলেটিনাস অধঃক্ষেপ পড়ে। ইহা NH_4Cl-দ্রবণে দ্রবীভূত হইয়া যায়।	সাদা অধঃক্ষেপ— $Mg(OH)_2$.
3. পরীক্ষণীয় দ্রবণে সোডিয়াম বা অ্যামোনিয়াম কার্বনেট [Na_2CO_3 বা $(NH_4)_2CO_3$] দ্রবণ মিশাও।	বিকারক মিশাইয়া অনেকক্ষণ রাখিয়া দিলে অথবা উত্তপ্ত করিলে সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে। ইহা NH_4Cl-এ দ্রবণীয়।	অধঃক্ষেপ ম্যাগনেসিয়ামের ক্ষারকীয় কার্বনেট। [$MgCO_3$, $Mg(OH)_2$] $5MgSO_4 + 5Na_2CO_3 + H_2O = 4MgCO_3, Mg(OH)_2 \downarrow + 5Na_2SO_4 + CO_2$;
4. পরীক্ষণীয় দ্রবণে ডাই-সোডিয়াম হাইড্রোজেন ফসফেট (Na_2HPO_4) এবং NH_4Cl ও NH_4OH মিশ্রিত দ্রবণ মিশাও।	দ্রবণের মধ্যে প্রথমে NH_4Cl ও NH_4OH মিশাও এবং উহাতে Na_2HPO_4 ঢাল এবং দ্রবণটি ঝাঁকাও। সাদা দানাদার অধঃক্ষেপ পড়ে।	ইহা ম্যাগনেসিয়াম অ্যামোনিয়াম ফসফেট [$Mg(NH_4)PO_4$] ; $MgSO_4 + Na_2HPO_4 + NH_4OH = Mg(NH_4)PO_4 \downarrow + Na_2SO_4 + H_2O$.

14

অজ্ঞাত ধাতব মূলকের সনাক্তকরণ

(Identification of Unknown Basic Radicals)

A. অজ্ঞাত যৌগ বা লবণের বর্ণ ও আকার

অজ্ঞাত ধাতব-যৌগ বা লবণটি **স্ফটিকাকার বা অনিয়তাকার** এবং **লবণ জলে অদ্রবণীয় কি-না** তাহা স্থির করিয়া নোট খাতায় লিখিতে হইবে।

(পরীক্ষণীয় লবণের ধাতব মূলক—Pb, Cu, Fe, Al, Zn, Ca, Mg)

বিভিন্ন যৌগ বা লবণের বর্ণ (Colour)

লাল—Cu_2O ; Pb_3O_4.

সবুজ—$FeSO_4, 7H_2O$; $FeCl_2, 4H_2O$; $CuCl_2, 2H_2O$; $CuCO_3$.

বাদামী—Fe_3O_4 ; Fe_2O_3 ; $Fe(OH)_3$; PbO_2.

হলুদ—$FeCl_3$; $Fe(NO_3)_2$, PbI_2.

নীল—$CuSO_4, 5H_2O$; $Cu(NO_3)_2, 3H_2O$.

কালো—CuS ; FeS ; CuO ; PbS.

B. শুষ্ক পরীক্ষার পদ্ধতি (Methods of Dry Test)

প্রথমে পর পর শুষ্ক পরীক্ষাগুলি পূর্ব-বর্ণিত পদ্ধতি অনুযায়ী সম্পন্ন করিয়া যথাক্রমে এরূপ পরীক্ষার ফলাফল নোট খাতায় লিখিবে।

পরীক্ষাগুলি নিম্নরূপ :

(1) উত্তাপন-পরীক্ষা (Ignition test or heating in dry test tube)

(2) শিখা-পরীক্ষা (Flame test)

(3) জারণ শিখায় চারকোল পরীক্ষা (Charcoal test in oxidising flame)

(4) বিজারণ শিখায় চারকোল পরীক্ষা (Charcoal test in reducing flame)

(5) জারণ শিখায় কোবাল্ট নাইট্রেট পরীক্ষা (Cobalt nitrate test in oxidising flame)

(6) সোহাগা দানার পরীক্ষা (Borax bead test)

পরপৃষ্ঠায় বিভিন্ন শুষ্ক পরীক্ষার চার্ট দেওয়া হইল।

1. শুষ্ক পরীক্ষা-নলে উত্তাপন পরীক্ষা
(Ignition test in dry test tube)

(i) শীতল অবস্থায় সাদা,—তপ্ত অবস্থায় হলুদ : Zn-যৌগ

(ii) শীতল ও তপ্ত উভয় অবস্থায় হলুদ : Pb-যৌগ

(iii) তপ্তকরণের ফলে বাদামী হইতে কালো : Fe-যৌগ

(iv) তপ্তকরণের ফলে নীল হইতে সাদা, উচ্চতাপে—কালো : Cu-যৌগ

(v) তপ্ত অবস্থায় লালাভ (glowing)
কিন্তু অবিগলিত (Infusible) : Ca, Mg, Al এবং Zn-যৌগ

2. শিখা পরীক্ষা (Flame test)

খালি চোখে	নীলকাচের মাধ্যমে	সিদ্ধান্ত
(i) ইটের ন্যায় লালাভ	হালকা সবুজ	Ca
(ii) সবুজ বা নীলাভ সবুজ	বর্ণহীন	Cu
(iii) নীলাভ বা ফিকে নীল	বর্ণহীন	Pb

3. জারণ শিখায় চারকোল পরীক্ষা
(Charcoal test in oxidising flame)

পর্যবেক্ষণ (Observation)	সিদ্ধান্ত (Inference)
(i) অবশেষ (residue) তপ্ত অবস্থায় হলুদ, শীতল অবস্থায় সাদা	Zn-যৌগ
(ii) তপ্ত ও শীতল অবস্থায় অবশেষ হলুদ	Pb-যৌগ
(iii) অবশেষ দেখিতে গাঢ় বাদামী	Fe-যৌগ
(iv) অবশেষ দেখিতে কালো	Cu-যৌগ
(v) অবশেষে তপ্ত অবস্থায় লালাভ, শীতল অবস্থায় সাদা	Al, Mg বা Ca-যৌগ

4. বিজারণ শিখায় চারকোল পরীক্ষা
(Charcoal Test in Reducing Flame)

পর্যবেক্ষণ (Observation)	সিদ্ধান্ত (Inference)
(i) হলুদ বর্ণের আচ্ছাদন (Incrustation) এবং কাগজে দাগ কাটিতে সক্ষম ধাতব দানা গঠন	Pb-যৌগ
(ii) লাল বর্ণের আঁশ এবং এই লাল আঁশের উপরে HNO_3 প্রয়োগে বাদামী বর্ণের ধোঁয়া সৃষ্টি	Cu-যৌগ
(iii) কালো বর্ণের অবশেষ—চুম্বকে আকর্ষিত হয়।	Fe ,,
(iv) শীতল অবস্থায় সাদা আচ্ছাদন, তপ্ত অবস্থায় ইহা হলুদ আচ্ছাদন।	Zn ,,

5. জারণ শিখায় কোবাল্ট নাইট্রেট পরীক্ষা
(Cobalt Nitrate Test in Oxidising Flame)

(i) অবশেষ **নীল** বর্ণে রূপান্তরিত হইল	Al-যৌগ
(ii) ,, **সবুজ** ,, ,, ,,	Zn-যৌগ
(iii) ,, **গোলাপী** ,, ,, ,,	Mg-যৌগ
(iv) ,, **ধূসর** ,, ,, ,,	Ca-যৌগ

6. সোহাগা দানা পরীক্ষা (Borax bead Test)

জারণ শিখায় (In Oxidising Flame)	বিজারণ শিখায় (In Reducing Flame)	সিদ্ধান্ত (Inference)
(i) দানা তপ্ত অবস্থায় **সবুজ**, শীতল অবস্থায় **নীল**।	লালাভ আঁশযুক্ত অস্বচ্ছ দানা অথবা বর্ণহীন।	Cu-যৌগ
(ii) দানা তপ্ত অবস্থায় **মেটে হলুদ**, শীতল অবস্থায় হালকা **হলুদ**।	তপ্ত বা শীতল অবস্থায় দানা সবুজ বোতলের (Bottle green) বর্ণের ন্যায়।	Fe-যৌগ

C. সিক্ত-পরীক্ষার পদ্ধতি (Methods of Wet Test)

দ্রবণ প্রস্তুতি (Preparation of solution): একটি পরীক্ষা নলে 1-2 গ্রাম পরিমাণ অজ্ঞাত লবণ লও এবং ইহা জলে দ্রবীভূত করার চেষ্টা কর। ঠাণ্ডা জলে দ্রবীভূত না হইলে পরীক্ষা নলটি বুনসেন দীপে উত্তপ্ত কর। [ঠাণ্ডা

জলে দ্রবণীয় লবণ গরম করিলে তাড়াতাড়ি দ্রবীভূত হইয়া যায়। $PbCl_2$ শীতল জলে অদ্রবণীয়, গরম জলে দ্রবণীয়]

(i) **জলীয় দ্রবণঃ** যদি দেখা যায় যে অজ্ঞাত লবণ **জলে দ্রবণীয়** তাহা হইলে একটি বিকারে 1-2 গ্রাম পরীক্ষণীয় লবণ লও এবং জল মিশাইয়া লবণের দ্রবণ তৈরী কর।

(ii) **অ্যাসিড দ্রবণঃ** অজ্ঞাত লবণ যদি জলে দ্রবীভূত না হয় তাহা হইলে এই লবণ 1-2 গ্রাম পরিমাণে একটি বীকারে ঢাল এবং লঘু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডে দ্রবীভূত কর। এই দ্রবণ গরম করিয়া লও।

(iii) **দ্রবণের পরীক্ষাঃ** লবণ জলে বা লঘু অ্যাসিডে দ্রবীভূত হইয়াছে কিনা তাহা পরীক্ষার জন্য একটি পোরসেলিন বেসিনে কয়েক ফোঁটা দ্রবণ লও এবং ইহা উত্তপ্ত করিয়া বাষ্পায়িত কর। যদি বাষ্পায়নের পরে বেসিনে কঠিন পদার্থ অবশিষ্ট থাকে, তবে বুঝিতে হইবে যে লবণ দ্রবীভূত হইয়াছে।

(iv) **স্বচ্ছ দ্রবণঃ** লক্ষ্য রাখিবে যে জলে অথবা অ্যাসিডে যে-দ্রবণ তৈরী করিবে তাহা যেন দেখিতে স্বচ্ছ (transparent) হয়। **স্বচ্ছ না হওয়া পর্যন্ত দ্রবণ ঠিক হয় নাই—ইহা স্মরণ রাখিতে হইবে।**

(v) **পরীক্ষণীয় ধাতব লবণের দ্রবণীয়তাঃ**

ক্লোরাইড লবণঃ

$CuCl_2$ $FeCl_3$ $AlCl_3$ $ZnCl_2$ $CaCl_2$ $MgCl_2$ $PbCl_2$	কিউপ্রাস ক্লোরাইড (Cu_2Cl_2) ও লেড ক্লোরাইড ($PbCl_2$) ব্যতীত সমস্ত ধাতব ক্লোরাইড জলে দ্রবণীয়। **লেড ক্লোরাইড গরম জলে দ্রবণীয় কিন্তু ঠাণ্ডা জলে অদ্রবণীয়।** তাই লেড ক্লোরাইডের গরম দ্রবণ ঠাণ্ডা করিলে সাদা ($PbCl_2$) অধঃক্ষেপ পড়ে।

নাইট্রেট লবণঃ

$Pb(NO_3)_2$ $Cu(NO_3)_2$ $Fe(NO_3)_3$ $Al(NO_3)_3$ $Zn(NO_3)_2$ $Ca(NO_3)_2$ $Mg(NO_3)_2$	সমস্ত ধাতব নাইট্রেট লবণ জলে দ্রবণীয়।

সালফেট লবণ :

$CuSO_4$ $FeSO_4$ $Al_2(SO_4)_3$ $ZnSO_4$ $MgSO_4$ $CaSO_4$ $PbSO_4$	পরীক্ষণীয় লবণের মধ্যে লেড সালফেট ও ক্যালসিয়াম সালফেট ($PbSO_4$, $CaSO_4$) ব্যতীত সমস্ত সালফেট লবণ জলে দ্রবণীয়। ক্যালসিয়াম সালফেট জলে সামান্য দ্রবণীয়, কিন্তু লঘু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডে (dil. HCl) সম্পূর্ণ দ্রবণীয়। [সমস্ত ক্ষারকীয় সালফেট জলে দ্রবণীয়।]

কার্বনেট লবণ :

$CuCO_3$ $CaCO_3$ $MgCO_3$ $PbCO_3$ $ZnCO_3$	পরীক্ষণীয় সমস্ত কার্বনেট লবণ জলে অদ্রবণীয় কিন্তু লঘু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডে (dil HCl) দ্রবণীয়। [সমস্ত ক্ষারকীয় কার্বনেট জলে দ্রবণীয়।]

সালফাইড লবণ :

FeS ZnS	সমস্ত পরীক্ষণীয় ধাতব সালফাইড লবণ জলে অদ্রবণীয়, কিন্তু লঘু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডে দ্রবণীয়। **সমস্ত ক্ষারকীয় সালফাইড লবণ জলে দ্রবণীয়।**

দ্রষ্টব্য : যে সমস্ত ধাতব লবণের সংকেত উল্লেখ করা হইয়াছে শুধুমাত্র সেই সমস্ত লবণই পাঠ্য তালিকায় অজ্ঞাত পরীক্ষণীয় লবণের নমুনা রূপে নির্দিষ্ট।

(vi) **কয়েকটি দ্রবণের বিশিষ্ট বর্ণ :**

দ্রবণের বর্ণ	ক্ষারকীয় বা ধাতব মূলক
নীল	কিউপ্রিক কপার (Cu^{++})
সবুজ	ফেরাস আয়রন (Fe^{++})
হলুদ	ফেরিক আয়রন (Fe^{+++})

(vii) **সিক্ত পরীক্ষার ক্ষেত্রে সতর্কতা :**

1. সর্বদা স্বচ্ছ বিকারক দ্রবণ (clear solution of reagent) ব্যবহার করিবে।
2. মূল দ্রবণ পরীক্ষা-নলের এক-চতুর্থাংশ বা 5 ml.-র বেশি লইবে না।
3. পরীক্ষণীয় দ্রবণে বিকারক ধীরে ধীরে এবং অল্প অল্প করিয়া মিশাইবে এবং পরীক্ষা-নল নাড়িয়া বিকারক ও পরীক্ষণীয় দ্রবণ ঘনিষ্ঠভাবে মিশাইয়া বিক্রিয়া সম্পূর্ণ করিবে।

4. বিকারকের সংযোগে পরীক্ষণীয় দ্রবণে যদি অধঃক্ষেপ পড়ে তাহা হইলে অধঃক্ষেপ সম্পূর্ণ হইয়াছে কিনা তাহা দেখিবার জন্য অধঃক্ষেপ ফিলটার কর এবং পরিস্রুত তরলে বা ফিলট্রেটে আরও বিকারক মিশাও ; [H_2S গ্যাস ব্যবহারের ক্ষেত্রে পুনরায় পরিস্রুত তরলে গ্যাস চালাও] ; যদি পুনরায় অধঃক্ষেপ না পড়ে তবে বুঝিবে যে অধঃক্ষেপ সম্পূর্ণ হইয়াছে, কিন্তু যদি অধঃক্ষেপ পড়ে তবে অতিরিক্ত বিকারক মিশাইয়া অধঃক্ষেপন সম্পূর্ণ কর এবং এই অধঃক্ষেপ পূর্ব-প্রাপ্ত অধঃক্ষেপের সঙ্গে মিশাইয়া পরবর্তী পরীক্ষার জন্য একত্র করিয়া লও।

5. অধঃক্ষেপ পরিস্রুত বা ফিলটার করার পরে তাহা কয়েকবার পাতিত জল দ্বারা ধুইয়া লইবে।

6. পরীক্ষা-নলে অধঃক্ষেপ পড়িলে সেই অধঃক্ষেপ অপর কোন বিকারকে দ্রবণীয় কিনা তাহা পরীক্ষা করিতে হইলে অধঃক্ষেপসহ পরীক্ষা-নলটি কিছুক্ষণ স্ট্যাণ্ডে রাখিয়া দাও এবং অধঃক্ষেপ পরীক্ষা-নলের তলায় থিতাইয়া পড়িলে উপরের স্বচ্ছ তরল ফেলিয়া দাও। তারপরে অধঃক্ষেপের উপরে বিকারক ঢালিয়া প্রয়োজনীয় পরীক্ষা সম্পূর্ণ কর।

7. কোন দ্রবণ অ্যাসিডধর্মী কিনা তাহা দেখিবার জন্য দ্রবণে নীল লিটমাস কাগজ ডুবাইয়া দেখ যে কাগজটি লাল হইয়াছে কিনা। দ্রবণ ক্ষারকীয় হইলে লাল লিটমাস কাগজ নীল হইবে। দ্রবণে অ্যাসিড বা ক্ষার মিশাইয়া ইহাকে অ্যাসিড বা ক্ষারধর্মী করিতে হইলে সর্বদা লিটমাস কাগজ ডুবাইয়া পরীক্ষা করিয়া দেখিবে যে দ্রবণ অ্যাসিড বা ক্ষারধর্মী হইয়াছে কিনা।

8. দ্রবণে H_2S গ্যাস চালাইবার জন্য সর্বদা নিজের অর্থাৎ আলাদা পরিষ্কার কাচের নল ব্যবহার করিবে।

9. পরীক্ষণীয় লবণ দ্রবীভূত করিয়া গরম করার পরে দ্রবণ ঠাণ্ডা করিলে অধঃক্ষেপ পড়ে কিনা ($PbCl_2$) তাহা দেখিবার জন্য পরীক্ষা-নল কলের জলের নিচে রাখিয়া ঠাণ্ডা করিবে।

10. পরীক্ষণীয় লবণ জলে দ্রবণীয় কিনা তাহা দেখিবার জন্য পরীক্ষা-নলের মধ্যে স্থাপিত লবণে প্রথমে ঠাণ্ডা জল মিশাইবে এবং পরীক্ষা-নল অবশ্যই, গরম করিবে। যদি লবণ অ্যাসিডে দ্রবণীয় হয় তবে সেই দ্রবণও গরম করিবে। গরম করিয়া স্বচ্ছ দ্রবণ আবার ঠাণ্ডা করিয়া দেখিবে কোন অধঃক্ষেপ পড়ে কিনা। **সাদা অধঃক্ষেপ পড়িলে দ্রবণে লেড মূলক** (Pb^{++}) বর্তমান এবং এই অধঃক্ষেপ গরম করিলে আবার স্বচ্ছ দ্রবণ তৈরী হইবে।

11. কাগজের আংটি দিয়া জড়াইয়া পরীক্ষা-নল বুনসেন দীপে উত্তপ্ত করিবে এবং পরীক্ষা-নল উত্তপ্ত করার সময় অথবা ইহাতে বিকারক মিশাইবার সময় পরীক্ষা-নলের মুখটি একটু কাত করিয়া রাখিবে এবং কখনো চোখের বরাবর রাখিবে না।

দ্রষ্টব্য : **প্রতিটি লবণের নমুনা পরীক্ষার পরে সিক্ত পরীক্ষার সিদ্ধান্ত শুষ্ক পরীক্ষার সিদ্ধান্তের সঙ্গে মিলাইয়া লও। দুই পরীক্ষায় একই মূলক সনাক্ত হইলে বুঝিতে হইবে যে পরীক্ষা ঠিক হইয়াছে।**

D. ক্ষারকীয় বা ধাতব মূলকের শ্রেণীভাগ এবং অজ্ঞাত মূলকের সনাক্তকরণ

(Classification and identification of unknown Basic radicals)

উচ্চ মাধ্যমিক পাঠ্যতালিকার নির্দেশ অনুযায়ী শুধুমাত্র **লেড** (Pb^{++}), **কপার** (Cu^{++}) **আয়রণ** (Fe^{++}), **আয়রণ** (Fe^{+++}), **অ্যালুমিনিয়াম** (Al^{+++}), **জিংক** (Zn^{++}), **ক্যালসিয়াম** (Ca^{++}) এবং **ম্যাগনেসিয়াম** (Mg^{++})—এই আটটি ধাতব বা ক্ষারকীয় মূলক প্র্যাকটিক্যাল পরীক্ষায় অন্তর্ভুক্ত। ইহাদের দ্রবণীয়তার উপর নির্ভর করিয়া এই মূলকগুলিকে কয়েকটি শ্রেণী বা গ্রুপে বিভক্ত করা হয়। অজ্ঞাত লবণের শ্রেণী-বিভক্ত পরীক্ষা পদ্ধতি নিম্নরূপ :

গ্রুপ—I
মূলক : লেড (Pb^{++})
বিকারক : লঘু HCl
অধঃক্ষেপ : $PbCl_2$

(ক) অজ্ঞাত লবণ জলে দ্রবীভূত করিয়া পরীক্ষণীয় দ্রবণ তৈরী করা হইলে পরীক্ষা নলের এক-চতুর্থাংশ পরিমাণ অর্থাৎ 2—3 ml. দ্রবণ লও এবং ইহার মধ্যে লঘু (dil.) HCl ঢাল। পরীক্ষা নল ঝাঁকাইয়া পরীক্ষণীয় দ্রবণ ও বিকারক মিশ্রিত কর। যদি **সাদা অধঃক্ষেপ** পড়ে তাহা হইলে পরীক্ষণীয় দ্রবণে **লেড মূলক** (Pb^{++}) বর্তমান। সাদা অধঃক্ষেপ—$PbCl_2$.

(খ) যদি লবণে লঘু HCl মিশাইবার পরে সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে তাহা হইলে এই অধঃক্ষেপ অল্প জল মিশাইয়া গরম কর। সাদা অধঃক্ষেপ দ্রবীভূত হইলে পরীক্ষা-নল কলের জলের নীচে ধরিয়া আবার ঠাণ্ডা কর এবং লক্ষ্য কর যে **সাদা অধঃক্ষেপ** পড়িতেছে। এই সাদা অধঃক্ষেপ সংকেত করে যে পরীক্ষণীয় লবণে লেড মূলক (Pb^{++}) বর্তমান।

নিশ্চয়ক পরীক্ষা (Confirmatory test) : (ক) বা (খ) পরীক্ষায় প্রাপ্ত সাদা অধঃক্ষেপ লেড ক্লোরাইড ($PbCl_2$)। এই অধঃক্ষেপ পরিস্রুত করিয়া লও এবং ইহাতে পর্যাপ্ত জল মিশাইয়া গরম কর। সাদা অধঃক্ষেপ দ্রবীভূত হইয়া স্বচ্ছ দ্রবণ তৈরী হইবে। এই **গরম ও স্বচ্ছ** দ্রবণ তিন ভাগে ভাগ করিয়া নিম্নলিখিত পরীক্ষাগুলি সম্পন্ন কর।

বিকারক ও পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ	সিদ্ধান্ত
1. একাংশ গরম ও স্বচ্ছ দ্রবণ ঠাণ্ডা কর।	সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে।	সাদা অধঃক্ষেপ—লেড ক্লোরাইড ($PbCl_2$)।
2. দ্বিতীয়াংশ গরম কর ও স্বচ্ছ দ্রবণে পটাসিয়াম ক্রোমেট দ্রবণ (K_2CrO_4) মিশাও।	হলুদ অধঃক্ষেপ পড়ে।	হলুদ অধঃক্ষেপ—লেড ক্রোমেট ($PbCrO_4$)।
3. তৃতীয়াংশ গরম কর ও স্বচ্ছ দ্রবণে পটাসিয়াম আয়োডাইড (KI) মিশাও।	হলুদ অধঃক্ষেপ পড়ে। এই অধঃক্ষেপ গরম করিলে দ্রবীভূত হইয়া যাইবে এবং ঠাণ্ডা করিলে আবার চকচকে হলুদ অধঃক্ষেপ পড়িবে।	হলুদ অধঃক্ষেপ—লেড আয়োডাইড (PbI_2)।

গ্রুপ—II
মূলক : (ক) লেড (Pb^{++})
(খ) কপার (Cu^{++})
বিকারক : লঘু HCl ও H_2S
অধঃক্ষেপ : (ক) PbS বা
(খ) CuS

প্রথম গ্রুপে অধঃক্ষেপ পড়িলে পরিস্রুত তরল তথা ফিলট্রেট লও, কিন্তু অধঃক্ষেপ না পড়িলে সম্পূর্ণ দ্রবণ লও। নীল লিটমাস কাগজ ডুবাইয়া দেখ যে লিটমাস লাল হয় কি-না—লাল হইলে বুঝিবে দ্রবণে লঘু HCl আছে।

এই অ্যাসিড মিশ্রিত দ্রবণ গরম কর এবং ইহার মধ্যে ধীরে ধীরে কয়েক মিনিট H_2S গ্যাস চালাও। যদি **কালো অধঃক্ষেপ** পড়ে তাহা হইলে এই অধঃক্ষেপ ফিলটার কর। এই ফিলট্রেট বা পরিস্রুত দ্রবণ গরম করিয়া তাহাতে আবার H_2S চালাও। যদি আবার কালো

অধঃক্ষেপ পড়ে তাহা হইলে কিছুক্ষণ H_2S চালাইয়া অধঃক্ষেপ সম্পূর্ণ কর। যদি আর কালো অধঃক্ষেপ না পড়ে তাহা হইলে বুঝিতে হইবে যে H_2S সংযোগে অধঃক্ষেপণ সম্পূর্ণ হইয়াছে।

নিশ্চয়ক পরীক্ষা ঃ এই অধঃক্ষেপ লেড সালফাইড (PbS) বা কপার সালফাইড (CuS); এই অধঃক্ষেপের মধ্যে লঘু HNO_3 ঢালিয়া স্বচ্ছ দ্রবণ তৈরী কর। দ্রবণ **বর্ণহীন** হইলে (ক) **লেড** বর্তমান। দ্রবণের রঙ যদি **নীল** হয় তাহা হইলে পরীক্ষণীয় দ্রবণে (খ) **কপার বর্তমান**।

(ক) **বর্ণহীন দ্রবণ** (Pb^{++})

বিকারক ও পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ	সিদ্ধান্ত
1. বর্ণহীন দ্রবণে লঘু HCl মিশাও।	সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে।	সাদা অধঃক্ষেপ —লেড ক্লোরাইড ($PbCl_2$)।
2. দ্রবণে পর্যাপ্ত NH_4OH মিশাও এবং তাহাতে অ্যাসেটিক অ্যাসিড ঢাল। এই মিশ্রণে পটাসিয়াম ক্রোমেট দ্রবণ মিশাও।	হলুদ অধঃক্ষেপ পড়ে।	হলুদ অধঃক্ষেপ—লেড ক্রোমেট ($PbCrO_4$)।
3. বর্ণহীন দ্রবণে লঘু HCl মিশাও এবং সাদা অধঃক্ষেপ পরিস্রুত করিয়া তাহাতে পাতিত জল মিশাইয়া গরম করিয়া স্বচ্ছ দ্রবণ তৈরী কর এবং এই দ্রবণে পটাসিয়াম আয়োডাইড দ্রবণ মিশাও।	হলুদ অধঃক্ষেপ পড়ে।	হলুদ অধঃক্ষেপ—লেড আয়োডাইড (PbI_2)

(খ) **নীলবর্ণ দ্রবণ** (Cu^{++})

বিকারক ও পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ	সিদ্ধান্ত
1. নীল দ্রবণে পটাসিয়াম ফেরোসায়ানাইড $[K_4Fe(CN)_6]$ দ্রবণ ঢাল।	মেটে লাল অধঃক্ষেপ পড়ে।	এই অধঃক্ষেপ,—কপার ফেরোসায়ানাইড। $[Cu_2Fe(CN)_6]$.
2. নীল দ্রবণে পর্যাপ্ত পরিমাণে ধীরে ধীরে NH_4OH ঢাল।	প্রথম দিকে নীলবর্ণের অধঃক্ষেপ পড়ে; অতিরিক্ত NH_4OH মিশাইলে ঘন নীলবর্ণের স্বচ্ছ দ্রবণ তৈরী হয়।	প্রথম ক্ষারকীয় কপার সালফেট তৈরী হয়—$CuSO_4, Cu(OH)_2$; কিন্তু অতিরিক্ত NH_4OH মিশাইলে একটি জটিল যৌগ গঠিত হয়।

দ্বিতীয় গ্রুপে কালো অধঃক্ষেপ পড়িলে পরিস্রুত তরল বা ফিলট্রেট লও কিন্তু অধঃক্ষেপ না পড়িলে সম্পূর্ণ দ্রবণ লও।

> **গ্রুপ—IIIA**
> মূলক : আয়রণ (Fe^{+++})
> অ্যালুমিনিয়াম (Al^{+++})
> বিকারক : NH_4Cl ও NH_4OH
> অধঃক্ষেপ : বাদামী $Fe(OH)_3$ বা
> সাদা $Al(OH)_3$

এই দ্রবণ কয়েক মিনিট ফুটাইয়া H_2S অপসারিত কর। ফুটন্ত দ্রবণের সামনে **লেড অ্যাসিটেটে সিক্ত কাগজ** ধরিলে কাগজটি যদি কালো না হয় তবে বুঝিবে যে দ্রবণে আর H_2S নাই। এখন কয়েক ফোঁটা ঘন HNO_3 মিশাইয়া দ্রবণ আবার ফুটাও। দ্রবণে যদি ফেরাস জাতীয় আয়রন মূলক (Fe^{++}) থাকে তাহা HNO_3 দ্বারা জারিত হইয়া ফেরিক মূলকে (Fe^{+++}) পরিণত হইবে।

এই দ্রবণে 2 গ্রাম পরিমাণ কঠিন NH_4Cl মিশাও এবং দ্রবণটি ফুটাও। এই দ্রবণে ফোঁটা ফোঁটা করিয়া NH_4OH মিশাইয়া যাও। দ্রবণে লাল লিটমাস ডুবাইলে তাহা যদি নীল হয় তাহা হইলে আর NH_4OH মিশাইও না।

এরূপ পরীক্ষায় বাদামী লালচে অথবা সাদা অধঃক্ষেপ পড়িতে পারে। (ক) **বাদামী অধঃক্ষেপ** $Fe(OH)_3$ এবং (খ) **সাদা অধঃক্ষেপ**—$Al(OH)_3$.

নিশ্চয়ক পরীক্ষা : বাদামী বা সাদা অধঃক্ষেপ লঘু HCl দ্বারা দ্রবীভূত কর এবং এই স্বচ্ছ দ্রবণ কয়েকটি অংশে ভাগ করিয়া নিশ্চয়ক পরীক্ষা কর।

(ক) বাদামী অধঃক্ষেপের দ্রবণ

বিকারক ও পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ	সিদ্ধান্ত
1. একাংশ স্বচ্ছ দ্রবণে অ্যামোনিয়াম থাইও-সায়ানেট (NH_4CNS) দ্রবণ ঢাল।	দ্রবণ গাঢ় লালবর্ণে রূপান্তরিত হয়।	একটি জটিল আয়রন যৌগ গঠিত হয়।
2. অপরাংশ দ্রবণে পটাসিয়াম ফেরোসায়া-নাইড [$K_4Fe(CN)_6$] দ্রবণ মিশাও।	গাঢ় নীলবর্ণের অধঃক্ষেপ পড়ে।	আয়রনের একটি জটিল যৌগ গঠিত হয়। ইহাকে প্রুশীয় নীল বলে।

ফেরাস (Fe^{++}) ও ফেরিক (Fe^{+++}) মূলকের সনাক্তকরণঃ

মূল দ্রবণ লইয়া উহাতে অল্প লঘু HCl যোগ করিয়া নিম্নের পরীক্ষাগুলি করা হইল।

বিকারক	ফেরাস লবণ	ফেরিক লবণ
(i) পটাসিয়াম ফেরো-সায়ানাইড দ্রবণ।	সাদা বা ফিকে নীল অধঃক্ষেপ।	গাঢ় নীল অধঃক্ষেপ।
(ii) পটাসিয়াম ফেরি-সায়ানাইড দ্রবণ।	গাঢ় নীল অধঃক্ষেপ।	কোন অধঃক্ষেপ পড়ে না।
(iii) অ্যামোনিয়াম থাইওসায়ানেট দ্রবণ।	যদি ফেরিক লবণ একটুও না থাকে তবে দ্রবণে বর্ণের কোন পরিবর্তন হয় না।	দ্রবণ গাঢ় লাল বর্ণে রূপান্তরিত হয়।
(iv) অ্যামোনিয়াম দ্রবণ।	সাদা বা সবুজাভ সাদা অধঃক্ষেপ।	লালচে বাদামী অধঃক্ষেপ।

(খ) সাদা অধঃক্ষেপের দ্রবণ

বিকারক ও পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ	সিদ্ধান্ত
দ্রবণে ফোঁটা ফোঁটা করিয়া NaOH দ্রবণ মিশাও।	প্রথমে সাদা আঠালো (জিলেটিনাস) অধঃক্ষেপ পড়ে। অতিরিক্ত NaOH মিশাইলে অধঃক্ষেপ দ্রবীভূত হইয়া যায়।	সাদা অধঃক্ষেপ—$Al(OH)_3$। ইহার পরে দ্রবণীয় সোডিয়াম অ্যালুমিনেট গঠন করে [$NaAlO_2$]।

আগের গ্রুপে অধঃক্ষেপ পড়িলে পরিস্রুত তরল তথা ফিলট্রেট লও, অন্যথায় সম্পূর্ণ দ্রবণে NH_4OH মিশাও। দ্রবণে আগের গ্রুপের পরীক্ষার সময় অতিরিক্ত NH_4Cl মিশ্রিত আছে। দ্রবণ সামান্য গরম কর এবং ইহার মধ্যে H_2S গ্যাস চালাও। যদি সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে (**ব্যবহৃত বিকারক বিশেষ বিশুদ্ধ না হওয়ার ফলে অধঃক্ষেপ সাধারণত কালচে দেখায়**) তবে ইহা ফিল্টার কর। এই অধঃক্ষেপ—ZnS;

গ্রুপ—IIIB
মূলক : Zn^{++}
বিকারক : H_2S এবং NH_4Cl NH_4OH
অধঃক্ষেপ : ZnS

নিশ্চয়ক পরীক্ষা : এই অধঃক্ষেপে লঘু HCl মিশাইয়া দ্রবীভূত কর এবং কিছুক্ষণ ফুটাইয়া লও।

বিকারক ও পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ	সিদ্ধান্ত
1. এই দ্রবণে ফোঁটা ফোঁটা করিয়া NaOH দ্রবণ মিশাও।	প্রথমে দ্রবণে সাদা আঠালো (জিলেটিনাস) অধঃক্ষেপ পড়ে। এই অধঃক্ষেপে আরও NaOH মিশাইলে সাদা অধঃক্ষেপ দ্রবীভূত হইয়া যায়।	প্রথমে $Zn(OH)_2$ অধঃক্ষেপ পড়ে। পরে ইহা Na_2ZnO_2 গঠন করিয়া দ্রবীভূত হইয়া যায়।
2. উপরের পরীক্ষার পরে যে স্বচ্ছ দ্রবণ পাওয়া যায় তাহা গরম করিয়া ইহার মধ্যে H_2S চালাও।	আবার সাদা (কালচে) অধঃক্ষেপ পড়ে।	এই অধঃক্ষেপ—ZnS

আগের গ্রুপের পরীক্ষায় যদি অধঃক্ষেপ পড়ে তবে শুধু পরিস্রুত তরলে, অন্যথায় সম্পূর্ণ দ্রবণে প্রথমে অল্প NH_4OH মিশাইয়া ইহার মধ্যে অতিরিক্ত ঘন $(NH_4)_2CO_3$ দ্রবণ মিশাও। এই দ্রবণে আগেই NH_4Cl মিশ্রিত রহিয়াছে। যদি সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে তবে ইহা গরম করিয়া ফুটাইয়া ফিলটার কর। এই অধঃক্ষেপ—$CaCO_3$.

গ্রুপ—IV
মূলক : Ca^{++}
বিকারক : NH_4OH $(NH_4)_2CO_3$
অধঃক্ষেপ : $CaCO_3$

নিশ্চয়ক পরীক্ষা ঃ এই অধঃক্ষেপ অ্যাসেটিক অ্যাসিডে দ্রবীভূত করিয়া দ্রবণ তৈরী কর।

বিকারক ও পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ	সিদ্ধান্ত
দ্রবণে অ্যামোনিয়াম অক্‌জালেট ঢাল।	সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে। ইহাতে অ্যাসেটিক অ্যাসিড ঢাল—অধঃক্ষেপ অদ্রবীভূত থাকে।	এই সাদা অধঃক্ষেপ ক্যালসিয়াম অক্‌জালেট্ (CaC_2O_4)। ইহা অ্যাসেটিক অ্যাসিডে অদ্রবণীয়।

আগের গ্রুপে অধঃক্ষেপ পড়িলে পরিস্রুত দ্রবণ লও, অন্যথায় সম্পূর্ণ দ্রবণ লইয়া ইহার মধ্যে অল্প NH_4OH মিশাও এবং এই মিশ্র দ্রবণে **ডাই-সোডিয়াম হাইড্রোজেন ফসফেট** দ্রবণ ঢাল। দ্রবণে আগেই NH_4Cl মিশ্রিত রহিয়াছে। পরীক্ষা-নল ঝাঁকাও এবং কিছুক্ষণ পরীক্ষা-নলের গায়ে কাচের শলা দিয়া খোঁচাইয়া দাও। যদি সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে তবে ইহা ম্যাগনেসিয়াম অ্যামোনিয়াম ফসফেট [$Mg(NH_4 PO_4$].

> **গ্রুপ—V**
> মূলক ঃ Mg^{++}
> বিকারক ঃ ডাই-সোডিয়াম হাইড্রোজেন ফসফেট (Na_2HPO_4), NH_4OH, NH_4Cl
> অধঃক্ষেপ ঃ ম্যাগনেসিয়াম অ্যামোনিয়াম ফসফেট [$Ma(NH_4)PO_4$]

নিশ্চয়ক পরীক্ষা ঃ ম্যাগনেসিয়ামের কোন নিশ্চয়ক সিক্ত পরীক্ষা নাই। তাই **মূল দ্রবণ** লইয়া উপরের পরীক্ষাটি পুনরায় সম্পন্ন কর।

বিশেষ দ্রষ্টব্য ঃ 1. যে সমস্ত ক্ষারকীয় মূলক (Basic radical) পাঠ্যতালিকার অন্তর্ভুক্ত শুধু তাহাদের অজ্ঞাত লবণের বিশ্লেষণ পদ্ধতি বর্ণনা করা হইয়াছে।

2. পরের পৃষ্ঠায় অজ্ঞাত লবণের বিশ্লেষণ পদ্ধতির চার্ট (Chart of Systematic Analysis)। দেওয়া হইল।

3. **প্রতিটি গ্রুপের মূলকের জন্য সমগ্র বিশ্লেষণ পদ্ধতি অনুসরণ করিতে হইবে।** যে গ্রুপের মূলক পাওয়া যায় নাই সেখানে লিখিতে হইবে 'মূলক অবর্তমান' বা 'মূলক নাই'। চার্টের আকারে সমগ্র পরীক্ষার ফলাফল লিখিতে হইবে। পরীক্ষার সুবিধার জন্য চার্টের মধ্যে নিশ্চয়ক পরীক্ষা (confirmatory test) দেওয়া হইলেও এই অধ্যায়ে বর্ণিত পদ্ধতি অনুসারে নিশ্চয়ক পরীক্ষা আলাদা 'টেবিলে' লিখিতে হইবে।

উচ্চ মাধ্যমিক শ্রেণীর পাঠ্যতালিকায় শুধু **লেড, কপার, আয়রণ, অ্যালুমিনিয়াম, জিংক, ক্যালসিয়াম ও ম্যাগনেসিয়াম** অন্তর্ভুক্ত বলিয়া সংলগ্ন চার্টে বা তালিকায় সহজভাবে শুধুমাত্র এই কয়টি ধাতব মূলকের বিশ্লেষণ পদ্ধতি দেখান হইয়াছে। **এই চার্ট অনুসরণ করিয়া অথবা চার্টের পূর্বে যে বিকল্প সাধারণ পদ্ধতিতে বর্ণনা করা হইয়াছে—ইহার যে কোন একটি পদ্ধতিতে অজ্ঞাত লবণ সনাক্ত করা যাইতে পারে।**

অজ্ঞাত লবণের বিশ্লেষণ পদ্ধতির চার্ট

(Analysis of unknown Salts)

(Pb, Cu, Fe, Al, Zn, Ca ও Mg লবণ সনাক্তকরণ ব্যবহারিক রসায়নের পাঠক্রমের অন্তর্ভুক্ত)

পরীক্ষণীয় অজ্ঞাত লবণ আনুমানিক 0·5—1 gm. লইয়া 25 ml. দ্রবণ তৈরী কর। এখন পরীক্ষা নলে 5 ml. দ্রবণ লও এবং তার মধ্যে কয়েক ফোঁটা লঘু HCl ঢাল। যদি সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে তবে যতক্ষণ পর্যন্ত অধঃক্ষেপ পড়া সম্পূর্ণ না হয় ততক্ষণ পর্যন্ত দ্রবণে লঘু HCl ঢাল। অতঃপর অধঃক্ষেপ ফিলটার কর।

অধঃক্ষেপ (Ppt) : এই **সাদা** অধঃক্ষেপ $PbCl_2$ ইহার মধ্যে জল মিশাও এবং গরম কর। $PbCl_2$ গরম জলে দ্রবীভূত হইয়া যাইবে। এই স্বচ্ছ গরম দ্রবণ তিন ভাগ কর।

1. একাংশে পটাসিয়াম ক্রোমেট (K_2CrO_4) দ্রবণ ঢাল। **হলুদ** অধঃক্ষেপ পড়িবে।

2. দ্বিতীয় অংশে পটাসিয়াম আয়োডাইড (KI) দ্রবণ ঢাল। **হলুদ** অধঃক্ষেপ পড়িবে। কিন্তু উত্তপ্ত করিলে হলুদ অধঃক্ষেপ (PbI_2) দ্রবীভূত

পরিস্রুত তরল বা ফিলট্রেট (Filtrate) : পরিস্রুত তরল প্রায় স্ফুটনাংকে গরম কর এবং দ্রবণের মধ্যে কীপযন্ত্র হইতে সালফিউরেটেড হাইড্রোজেন গ্যাস (H_2S) চালাও। যদি কালো অধঃক্ষেপ পড়ে তবে যতক্ষণ পর্যন্ত পড়া সম্পূর্ণ না হয় ততক্ষণ পর্যন্ত সালফিউরেটেড হাইড্রোজেন গ্যাস (H_2S) চালাও। অতঃপর অধঃক্ষেপ ফিলটার কর।

অধঃক্ষেপ (Ppt) : এই **কালো** অধঃক্ষেপ PbS বা CuS ; ইহা লঘু HNO_3 অ্যাসিডে দ্রবীভূত কর। দ্রবণ যদি **নীল বর্ণের** হয় তবে Cu বর্তমান ; কিন্তু **বর্ণহীন** হইলে Pb বর্তমান।

1. দ্রবণ **নীল** হইলে ইহাতে পটাসিয়াম ফেরোসায়ানাইড [$K_4Fe(CN)_6$] দ্রবণ ঢাল। **মেটে লাল** কপার ফেরোসায়ানাইড অধঃক্ষেপ

ফিলট্রেট (Filtrate) : পরিস্রুত তরল ফুটাইয়া দ্রবণ হইতে H_2S গ্যাস সম্পূর্ণরূপে অপসারিত কর। এই দ্রবণে কয়েক ফোঁটা ঘন HNO_3 (প্রায় 1 ml.) মিশাও। [দ্রবণে যদি ফেরাস লবণ থাকে তবে HNO_3 ইহাকে ফেরিক লবণে জারিত করিবে।] এখন দ্রবণের মধ্যে প্রায় 2 গ্রাম (অতিরিক্ত) **কঠিন** (solid) অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড (NH_4Cl) দানা মিশাইয়া এই দ্রবণ ফুটাও এবং ইহার মধ্যে (NH_4OH) দ্রবণ ফোঁটা ফোঁটা করিয়া ঢাল। দ্রবণে যতক্ষণ পর্যন্ত অ্যামোনিয়ার গন্ধ স্থায়ী না হয় ততক্ষণ পর্যন্ত NH_4OH ঢাল। যদি মধ্যে অধঃক্ষেপ পড়ে তাহা ফিলটার কর।

অধঃক্ষেপ (Ppt) : অধঃক্ষেপ **লালচে** বা **বাদামী** দেখাইলে ইহা $Fe(OH)_3$ এবং **সাদা** হইলে ইহা $Al(OH)_3$;

1. (i) অধঃক্ষেপ **লালচে**

ফিলট্রেট (Filtrate) : পরিস্রুত স্বচ্ছ তরলের মধ্যে আরও অ্যামোনিয়াম হাইড্রক্সাইড (NH_4OH) মিশাও। দ্রবণ গরম কর এবং এই উষ্ণ দ্রবণের মধ্যে H_2S গ্যাস চালাও। যদি সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে তাহা গরম করিয়া ফুটাও এবং অধঃক্ষেপ ফিলটার কর।

অধঃক্ষেপ (Ppt.) : **সাদা অধঃক্ষেপ** ZnS

ফিলট্রেট (Filtrate) : এই পরিস্রুত দ্রবণ গরম তথা বাষ্পীভূত করিয়া ঘন করা

<table>
<tr>
<td rowspan="2">হইয়া যাইবে, ঠাণ্ডা করিলে আবার চকচকে সোনালী অধঃক্ষেপ (PbI_2) পড়িবে।
3. তৃতীয় অংশ ঠাণ্ডা কর। এই লবণ যদি গাঢ় হয় তাহা হইলে চকচকে সাদা অধঃক্ষেপ ($PbCl_2$) পড়িবে।
অজ্ঞাত লবণের ধাতব মূলক —Pb^{++}.
(গ্রুপ—I)</td>
<td rowspan="2">পড়িবে। অজ্ঞাত লবণের ধাতব মূলক : Cu.
2. নীল দ্রবণে NH_4OH ঢাল। প্রথমে নীলাভ অধঃক্ষেপ পড়িবে। অতিরিক্ত NH_4OH ঢাল, ঘন নীল দ্রবণ তৈরী হইবে। মূলক : Cu.
3. বর্ণহীন দ্রবণে NH_4OH অ্যাসেটিক অ্যাসিড ও পটাসিয়াম ক্রোমেট (K_2CrO_4) দ্রবণ ঢাল। হলুদ অধঃক্ষেপ পড়িবে। অজ্ঞাত লবণের ধাতব মূলক : Pb.
(গ্রুপ—II)</td>
<td rowspan="2">বা বাদামী হইলে তাহা লঘু HCl-এ দ্রবীভূত কর। এই দ্রবণের একাংশে অ্যামোনিয়াম থাইওসায়ানেট (NH_4CNS) ঢাল। দ্রবণের রঙ গাঢ় লাল বর্ণ ধারণ করিবে। মূলক : Fe
(ii) দ্রবণের অপর অংশে পটাসিয়াম ফেরোসায়ানাইড মিশাও। গাঢ় নীলবর্ণের অধঃক্ষেপ পড়বে। অজ্ঞাত লবণের ধাতব মূলক : Fe.
2. সাদা অধঃক্ষেপ লঘু HCl দ্বারা দ্রবীভূত করে। দ্রবণে ফোঁটা ফোঁটা করিয়া NaOH দ্রবণ মিশাও। প্রথমে সাদা আঠাল অধঃক্ষেপ পড়িবে। অতিরিক্ত NaOH মিশাও। অধঃক্ষেপ দ্রবীভূত হইয়া স্বচ্ছ তরলে পরিণত হইবে। অজ্ঞাত লবণের ধাতব মূলক : Al.
(গ্রুপ—IIIA)</td>
<td rowspan="2">এই অধঃক্ষেপ লঘু HClএ দ্রবীভূত কর এবং কিছুক্ষণ ফুটাও। ইহাতে ধীরে ধীরে ফোঁটা ফোঁটা করিয়া NaOH মিশাও। প্রথমে সাদা আঠাল অধঃক্ষেপ পড়িবে। অতিরিক্ত NaOH মিশাইলে ইহা দ্রবীভূত হইয়া যাইবে। অজ্ঞাত লবণের ধাতব মূলক : Zn.
(গ্রুপ—IIIB)</td>
<td colspan="2">হইল। এই দ্রবণে অল্প NH_4Cl ঢাল এবং ইহার মধ্যে অতিরিক্ত পরিমাণে $(NH_4)_2CO_3$ দ্রবণ মিশাও। যদি সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে তাহা সামান্য গরম কর (কিন্তু ফুটাইও না)। এই অধঃক্ষেপ ফিল্টার কর।</td>
</tr>
<tr>
<td>অধঃক্ষেপ (Ppt) : সাদা অধঃক্ষেপ ($CaCO_3$) ইহা অ্যাসেটিক অ্যাসিডে দ্রবীভূত করিয়া দ্রবণে অ্যামোনিয়াম অক্জালেটের দ্রবণ মিশাও। সাদা অধঃক্ষেপ পড়িবে। অজ্ঞাত লবণের ধাতব মূলক : Ca.
(গ্রুপ—IV)</td>
<td>ফিলট্রেট (Filtrate : পরিস্রুত দ্রবণে অল্প পরিমাণে NH_4OH দ্রবণ মিশাও এবং ইহার মধ্যে ডাইসোডিয়াম হাইড্রোজেন ফসফেট (Na_2HPO_4) দ্রবণ মিশাও। দ্রবণ ঠাণ্ডা কর ও বেশ করিয়া ঝাঁকাও এবং পরীক্ষা নলের গায়ে কাচের শলা দিয়া দ্রবণ কিছুক্ষণ খোঁচাইয়া যাও। সাদা অধঃক্ষেপ পড়িলে তাহা ম্যাগনেসিয়াম অ্যামোনিয়াম ফসফেট $Mg(NH_4)PO_4$; ধাতব মূলক : Mg.
(গ্রুপ—V)</td>
</tr>
</table>

দ্রষ্টব্য ঃ (i) যদি অজ্ঞাত লবণটি HCl-এ দ্রবীভূত করা হইয়া থাকে এবং দুই দ্রবণকে ঠাণ্ডা করিলেও যদি কোন অধঃক্ষেপ না পড়ে তবে বুঝিতে হইবে গ্রুপ—I অবর্তমান। এইরূপ ক্ষেত্রে পরবর্তী ব্যবস্থা হইল, দ্রবণকে গরম করা এবং উষ্ণ-দ্রবণের মধ্যে কীপ যন্ত্র হইতে H_2S গ্যাস চালানো। (ii) অধঃক্ষেপ সম্পূর্ণ হইল কি না তাহা পরীক্ষার জন্য ফিলট্রেটের মধ্যে আবার বিকারক ঢালিয়া দেখিতে হইবে। দ্রবণে লঘু HCl ঢালিয়া যে সাদা $PbCl_2$ অধঃক্ষেপ পড়ে তাহা ফিলটার করিয়া সেই ফিলট্রেট আবার লঘু HCl ঢালিয়া যদি দেখা যায় যে আর অধঃক্ষেপ পড়ে না, তবে বুঝিতে হইবে যে অধঃক্ষেপ সম্পূর্ণ হইয়াছে (iii) H_2S চালাইয়া অধঃক্ষেপ পড়ার পরে যে ফিলট্রেট পাওয়া যায় তাহাতে জল মিশাইয়া ইহার মধ্যে আবার H_2S চালাইয়া যদি দেখা যায় যে অধঃক্ষেপ পড়ে না, তবে বুঝিতে হইবে যে H_2S দ্বারা অধঃক্ষেপ সম্পূর্ণ হইয়াছে। (iv) H_2S সম্পূর্ণ দুর হইল কি-না তাহা দেখার জন্য লেড অ্যাসিটেট সিক্ত ফিল্টার পেপার ফুটন্ত দ্রবণের সামনে ধরিলে কাগজ যদি কালো না হয় তবে বুঝিতে হইবে H_2S সম্পূর্ণ দুর হইয়াছে।

15

অ্যাসিড মূলকের সনাক্তকরণ

(Identification of the Acid Radicals)

[ক্লোরাইড, কার্বনেট, নাইট্রেট, সালফাইড এবং সালফেট মূলকের পরীক্ষা পাঠ্য তালিকার অন্তর্ভুক্ত।]

অ্যাসিড	অ্যাসিড মূলক	নাম
হাইড্রোক্লোরিক—HCl	Cl^-	ক্লোরাইড (Chloride)
কার্বনিক—H_2CO_3	$CO_3^=$	কার্বনেট (Carbonate)
নাইট্রিক—HNO_3	$NO_3^=$	নাইট্রেট (Nitrate)
হাইড্রো-সালফিউরিক বা হাইড্রোজেন সালফাইড—H_2S	$S^=$	সালফাইড (Sulphide)
সালফিউরিক—H_2SO_4	$SO_4^=$	সালফেট (Sulphate)

অ্যাসিড মূলকের পরীক্ষা পদ্ধতি ও শ্রেণীবিভাগ

(Identifications, reactions and classifications of acid radicals)

সাধারণতঃ দুই রকম পদ্ধতিতে অ্যাসিড মূলকের পরীক্ষা করা হয়।

প্রথম পদ্ধতিতে অ্যাসিড-মূলকযুক্ত **কঠিন লবণ** (solid salt) হইতে লঘু হাইড্রোক্লোরিক বা সালফিউরিক অ্যাসিড (dil. HCl or dil. H_2SO_4) অথবা ঘন

সালফিউরিক অ্যাসিডের (conc. H_2SO_4) সংযোগে **গ্যাস নির্গত হয়।** এরূপ গ্যাসের ধর্ম পরীক্ষা করিয়া অ্যাসিড মূলকের পরিচয় নির্ণয় করা হয়।

দ্বিতীয় পদ্ধতিতে অ্যাসিডে মূলকযুক্ত **লবণের দ্রবণের** (solution) সঙ্গে বিশিষ্ট বিকারক ব্যবহার করিয়া **অধঃক্ষেপ** (precipitation) ফেলা হয়। এই অধঃক্ষেপের ধর্ম পরীক্ষা করিয়া অ্যাসিড মূলকের পরিচয় নির্ণয় করা হয়।

দুইটি পরীক্ষা-পদ্ধতি আবার দুইটি করিয়া উপ-শ্রেণীতে (sub-groups) বিভক্ত।

প্রথম শ্রেণী (Group A)

1. **গ্যাস উৎপাদন বিক্রিয়া** (Gas evolving reactions):

(A) এরূপ বিক্রিয়ায় **অ্যাসিড মূলকযুক্ত কঠিন লবণে লঘু হাইড্রোক্লোরিক বা সালফিউরিক অ্যাসিড** (dil. HCl or dil. H_2SO_4) **প্রয়োগে গ্যাস নির্গত হয়।** যথা:

বিকারক (Reagent)	অ্যাসিড মূলক (Acid Radical)	নির্গত গ্যাস (Evolved gas)
লঘু HCl বা H_2SO_4	কার্বনেট ($CO_3^=$)	কার্বন ডাই-অক্সাইড (CO_2)
ঐ	সালফাইড ($S^=$)	হাইড্রোজেন সালফাইড (H_2S)
ঐ	নাইট্রেট (NO_3^-)	প্রথমে নাইট্রিক অক্সাইড (NO) তৈরি হয়। বায়ুর সংযোগে ইহা সঙ্গে সঙ্গেই নাইট্রোজেন ডাই-অক্সাইডে (NO_2) পরিণত হয়।

(B) গ্যাস উৎপাদন বিক্রিয়ার দ্বিতীয় শ্রেণীতে বিকারকরূপে **ঘন সালফিউরিক অ্যাসিড** (conc. H_2SO_4) **ব্যবহারে গ্যাস উৎপন্ন করে।** ঘন সালফিউরিক অ্যাসিড ব্যবহারে প্রথমে উপরোক্ত শ্রেণীর সব কয়টি বিক্রিয়া সম্পন্ন করা যায় এবং ইহা ব্যতীত পরপৃষ্ঠার অ্যাসিডমূলকগুলিও পরীক্ষা করা যায়।

বিকারক (Reagent)	অ্যাসিড মূলক (Acid Radical)	নির্গত গ্যাস (Evolved gas)
(i) (a) ঘন H_2SO_4	ক্লোরাইড (Cl^-)	হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাস (HCl)
(b) ঘন H_2SO_4 + ম্যাঙ্গানীজ ডাই-অক্সাইড (MnO_2)	ক্লোরাইড (Cl^-)	হরিদ্রাভ সবুজ বর্ণের ক্লোরিন গ্যাস (Cl_2)।
(ii) (a) ঘন H_2SO_4	ব্রোমাইড (Br^-)	হাইড্রোব্রোমিক অ্যাসিড (HBr) এবং মুক্ত লালাভ বাদামী ব্রোমিন গ্যাস (Br_2)।
(b) ঘন H_2SO_4 + MnO_2	ব্রোমাইড (Br^-)	মুক্ত লালাভ বাদামী ব্রোমিন গ্যাস (Br_2)
(iii) ঘন H_2SO_4	আয়োডাইড (I^-)	ঘন বেগুনী আয়োডিন (I_2)
(iv) ঘন H_2SO_4 + Cu কুচি	নাইট্রেট (NO_3^-)	বাদামী নাইট্রোজেন ডাই-অক্সাইড। (NO_2 বা N_2O_4)

দ্বিতীয় শ্রেণী (Group B)

1. **অধঃক্ষেপ বিক্রিয়া (Precipitation reaction) :**

অ্যাসিড মূলকযুক্ত লবণের দ্রবণ হইতে বিশিষ্ট বিকারকের সংযোগে বিশেষ ধরনের অধঃক্ষেপ পড়ে। এরূপ অধঃক্ষেপের ধর্ম পরীক্ষা করিয়া অ্যাসিড মূলকের পরিচয় নির্ণয় করা হয়। যথা :

বিকারক (Reagent)	অ্যাসিড মূলক (Acid Radical)	অধঃক্ষেপ (Precipitation)
বেরিয়াম ক্লোরাইড ($BaCl_2$)	সালফেট ($SO_4^{=}$)	খনিজ অ্যাসিডে অদ্রবণীয় সাদা বেরিয়াম সালফেট ($BaSO_4$) সাদা স্ফটিকাকারে অধঃক্ষিপ্ত হয়।
সিলভার নাইট্রেট ($AgNO_3$)	ক্লোরাইড (Cl^-)	খনিজ অ্যাসিডে অদ্রবণীয় কিন্তু অ্যামোনিয়া দ্রবণে দ্রবণীয় সাদা সিলভার ক্লোরাইড (AgCl) অধঃক্ষিপ্ত হয়।

অ্যাসিড মূলক সনাক্তকরণ

(Identification of acid radicals)

অ্যাসিড-মূলকের পরিচিতি নির্ণয় করা হয়—(i) **শুষ্ক** (Dry test) ও (ii) **সিক্ত** (Wet test) পদ্ধতিতে।

শুষ্ক পরীক্ষা (Dry test) :—পরীক্ষণীয় লবণ দ্রবীভূত না করিয়া শুষ্ক-অবস্থায় যে পরীক্ষা করা হয় তাহাকে বলা হয় **শুষ্ক পরীক্ষা**।

সিক্ত পরীক্ষা (Wet test) :—পরীক্ষণীয় লবণ দ্রবীভূত করিয়া সেই দ্রবণ লইয়া যে পরীক্ষা করা হয় তাহাকে বলা হয় **সিক্ত পরীক্ষা**।

1. ক্লোরাইড মূলক (Cl^-)

A. শুষ্ক পরীক্ষা (Dry test)

পরীক্ষা (Experiment)	পর্যবেক্ষণ (Observation)	সিদ্ধান্ত (Inference)
(i) পরীক্ষা নলে অল্প কঠিন সোডিয়াম ক্লোরাইড অর্থাৎ সাধারণ লবণ লও এবং উহার মধ্যে ঘন H_2SO_4 ঢালিয়া উত্তপ্ত কর। পরীক্ষা-নলের মুখে একটি অ্যামোনিয়া সিক্ত কাচের শলা ধর।	(i) এক রকম ধোঁয়াটে ঝাঁঝালো গ্যাস নির্গত হয়। অ্যামোনিয়ার সংস্পর্শে অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইডের (NH_4Cl) ঘন সাদা ধোঁয়া সৃষ্টি হইবে।	(i) এই গ্যাস হাইড্রোজেন ক্লোরাইড (HCl)। $2NaCl+H_2SO_4 =2HCl+Na_2SO_4$ অ্যামোনিয়া ও হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের বিক্রিয়ায় অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড তৈরী হয়। $HCl+NH_3=NH_4Cl$
(ii) এই গ্যাসের মধ্যে একটি সিক্ত নীল লিটমাস কাগজ ধর।	(ii) ইহা লাল বর্ণে রূপান্তরিত হইবে।	(ii) গ্যাস অ্যাসিডধর্মী
(iii) পরীক্ষা-নলে অল্প পরিমাণে কঠিন সোডিয়াম ক্লোরাইড (NaCl) লও। তাহার সঙ্গে কালো ম্যাঙ্গানীজ ডাই অক্সাইড পাউডার (MnO_2) ভাল করিয়া মিশাও। এই মিশ্রণে অল্প পরিমাণে	(iii) হরিদ্রাভ সবুজবর্ণের ঝাঁঝালো (irritating) গ্যাস নির্গত হয়। ইহার গন্ধ ব্লিচিং পাউডারের মত।	(iii) ইহা ক্লোরিন গ্যাস (Cl_2) ; বিক্রিয়া : $2NaCl+MnO_2+2H_2SO_4=Cl_2\uparrow+Na_2SO_4+MnSO_4+2H_2O$ এরূপ পরীক্ষার লবণে ক্লোরাইড মূলকের অস্তিত্ব

পরীক্ষা (Experiment)	পর্যবেক্ষণ (Observation)	সিদ্ধান্ত (Inference)
ঘন H_2SO_4 ঢালিয়া মিশ্রণকে সিক্ত কর এবং বুনসেন দীপে ধীরে ধীরে উত্তপ্ত কর।		প্রমাণিত হয়, কারণ, এই লবণ হইতেই Cl_2 নির্গত হয়।

B. সিক্ত পরীক্ষা (Wet Tsst)

(i) পরীক্ষানলে সোডিয়াম ক্লোরাইড দ্রবণ লও এবং তার মধ্যে পর্যাপ্ত সিলভার নাইট্রেট দ্রবণ ঢাল।	(i) সাদা দধির ন্যায় প্রচুর অধঃক্ষেপ পড়ে।	(i) এই অধঃক্ষেপ সিলভার ক্লোরাইড (AgCl); সিলভার নাইট্রেট ও সোডিয়াম ক্লোরাইডের বিক্রিয়ায় সিলভার ক্লোরাইড গঠিত হয়। বিক্রিয়া : $NaCl + AgNO_3 = NaNO_3 + AgCl\downarrow$
(ii) এই সাদা অধঃক্ষেপের মধ্যে পর্যাপ্ত অ্যামোনিয়াম হাইড্রক্সাইড দ্রবণ (NH_4OH) ঢাল ;	(ii) সাদা অধঃক্ষেপ অ্যামোনিয়াম হাইড্রক্সাইডে দ্রবীভূত হইয়া যায় এবং স্বচ্ছ বর্ণহীন দ্রবণ তৈরী হয়।	(ii) একটি দ্রবণীয় জটিল যৌগ গঠিত হয়। যথা— $AgCl+2NH_4OH = [Ag(NH_3)_2Cl] +2H_2O$
(iii) অ্যামোনিয়াম হাইড্রক্সাইড মিশ্রিত স্বচ্ছ দ্রবণে লঘু নাইট্রিক অ্যাসিড (dilute HNO_3) ঢাল।	(iii) আবার সাদা সিলভার ক্লোরাইডের অধঃক্ষেপ পড়ে।	(iii) সিলভার ক্লোরাইড অ্যামোনিয়াম হাইড্রক্সাইডে দ্রবণীয় কিন্তু নাইট্রিক অ্যাসিডে অদ্রবণীয়। এই অধঃক্ষেপ ক্লোরাইড (Cl) মূলকের অস্তিত্ব নির্দেশ করে।
(iv) সোডিয়াম ক্লোরাইড লবণের দ্রবণে সিলভার নাইট্রেট ঢাল। যে সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে তাহা দুইটি পরীক্ষা নলে দুই ভাগে ভাগ করিয়া লও।	(iv) দধির ন্যায় ঘন সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে। (ক) সাদা অধঃক্ষেপ পর্যাপ্ত অ্যামোনিয়াম হাইড্রক্সাইডে দ্রবীভূত	(iv) সাদা অধঃক্ষেপ সিলভার ক্লোরাইড (AgCl) : ইহা (ক) অ্যামোনিয়াম হাইড্রক্সাইডে দ্রবীভূত হয়।

পরীক্ষা (Experiment)	পর্যবেক্ষণ (Observation)	সিদ্ধান্ত (Inference)
এখন (ক) একভাগে অ্যামোনিয়াম হাইড্রক্সাইড ঢাল এবং (খ) দ্বিতীয় ভাগে লঘু নাইট্রিক অ্যাসিড ঢাল।	হইয়া যায়। কিন্তু ইহা (খ) নাইট্রিক অ্যাসিডে দ্রবীভূত হয় না।	কিন্তু (খ) নাইট্রিক অ্যাসিডে দ্রবীভূত হয় না।

সাধারণ সংকেত: যে কোন ক্লোরাইড লবণের ক্লোরাইড মূলকের পরিচয় এরূপভাবে নির্ধারিত করা যায়। সিলভার ক্লোরাইড (AgCl), মার্কিউরাস ক্লোরাইড (Hg_2Cl_2) এবং লেড ক্লোরাইড ($PbCl_2$) ছাড়া অপর সব ক্লোরাইড জলে দ্রবণীয়। লেড ক্লোরাইড ($PbCl_2$) শীতল জলে অদ্রবণীয় কিন্তু গরম জলে দ্রবণীয়।

2. কার্বনেট মূলক ($CO_3^{=}$)

A. শুষ্ক পরীক্ষা (Dry test)

(i) নির্গম-নল ফিট করা পরীক্ষা-নলে কঠিন সোডিয়াম কার্বনেট বা সোডা (Na_2CO_3) লও এবং ইহার মধ্যে লঘু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড (dil. HCl, ঢাল।	(i) বর্ণহীন ও গন্ধহীন গ্যাস নির্গত হয়।	(i) ইহা কার্বন ডাই-অক্সাইড (CO_2) গ্যাস, বিক্রিয়া: $Na_2CO_3 + HCl = CO_2\uparrow + 2NaCl + H_2O$
(ii) গ্যাস নির্গম-নলটি স্বচ্ছ চুনজল ভরা একটি পরীক্ষা নলে ঢুকাইয়া চুনজলের মধ্যে গ্যাস চালাও।	(ii) এই গ্যাস চুন-জলকে [$Ca(OH)_2$] ঘোলা করিয়া দেয়।	(ii) কর্বন-ডাই অক্সাইড ও চুনজলের বিক্রিয়ায় ক্যালসিয়াম কার্বনেট ($CaCO_3$) তৈরী হয় এবং এই অদ্রবণীয় কার্বনেট লবণের জন্য চুনজল ঘোলা দেখায়। $CO_2 + Ca\ OH)_2 = CaCO_3 + H_2O$

[দ্রষ্টব্য: চুন জলের মধ্যে **অতিরিক্ত পরিমাণে গ্যাস চালাইলে** প্রথমে যে সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে তাহা দ্রবীভূত হইয়া যায়। প্রথমে অধঃক্ষিপ্ত $CaCO_3$ অতিরিক্ত CO_2-এর সঙ্গে বিক্রিয়ায় জলে দ্রবণীয় ক্যালসিয়াম বাই-কার্বনেট $Ca(HCO_3)_2$ গঠন করে। ইহা উত্তপ্ত করিলে আবার সাদা অধঃক্ষেপ-রূপে $CaCO_3$ বিচ্ছিন্ন হয়।]

পরীক্ষা (Experiment)	পর্যবেক্ষণ (Observation)	সিদ্ধান্ত (Inference)
(iii) সাদা অধঃক্ষেপ পড়ার পড়ে অতিরিক্ত পরিমাণ এই ঘোলা চুন-জলের মধ্যে CO_2 গ্যাস চালাও। [এরূপ পরীক্ষার জন্য উল্ফ বোতল বা কিপ-যন্ত্রে CO_2 তৈরী করা প্রয়োজন।]	(iii) ঘোলা চুনজল স্বচ্ছ দ্রবণে পরিণত হয়। ইহা উত্তপ্ত করিলে চুন জল আবার ঘোলা হইয়া যায়।	(iii) $CaCO_3$-এর সাদা অধঃক্ষেপ অতিরিক্ত CO_2-এর সঙ্গে দ্রবণীয় ক্যালসিয়াম বাই-কার্বনেট গঠন করে। $CaCO_3+CO_2+H_2O=Ca(HCO_3)_2$ উত্তাপে এই বাই-কার্বনেট আবার অদ্রবণীয় $CaCO_3$-এ পরিণত হয়। $Ca(HCO_3)_2=CaCO_3+CO_2+H_2O$

B. সিক্ত পরীক্ষা (West Test)

(i) পরীক্ষা-নলে সোডিয়াম কার্বনেট দ্রবণ লও এবং তাহার মধ্যে বেরিয়াম ক্লোরাইড দ্রবণ মিশাও।	(i) ভারী সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে।	(i) এই সাদা অধঃক্ষেপ বেরিয়াম কার্বনেট। $Na_2CO_3+BaCl_2=BaCO_3\downarrow+2NaCl$
(ii) প্রাপ্ত অধঃক্ষেপে লঘু HCl বা HNO_3 মিশাও।	(ii) এই অধঃক্ষেপ লঘু HCl বা HNO_3 অ্যাসিডে দ্রবীভূত হয়।	(ii) $BaCO_3+2HCl=BaCl_2+CO_2+H_2O$

পরীক্ষা (Experiment)	পর্যবেক্ষণ (Observation)	সিদ্ধান্ত (Inference)
(iii) একটি পরীক্ষা-নলে সোডিয়াম কার্বনেটদ্রবণের মধ্যে সিলভার নাইট্রেট ($AgNO_3$)দ্রবণ মিশাও। অধঃক্ষেপ দুই অংশে ভাগ কর এবং এক অংশে লঘু HNO_3 এবংঅপর অংশে NH_4OH মিশাও।	(iii) হরিদ্রাভ অধঃক্ষেপ পড়ে। ইহা অ্যামোনিয়াম হাইড্রক্সাইড (NH_4OH) এবং লঘু নাইট্রিক অ্যাসিডে দ্রবীভূত হয়।	(iii) সিলভার কার্বনেটের অধঃক্ষেপ বর্ণে হলুদ এবং ইহা লঘু HNO_3 ও (NH_4OH)-এ দ্রবণীয় ; $Na_2CO_3+2AgNO_3 = Ag_2CO_3 + 2NaNO_3$

[দ্রষ্টব্য ঃ ক্লোরাইড মূলকের (Cl^-) পরীক্ষার ক্ষেত্রে দেখা যায় যে সিলভার নাইট্রেট ($AgNO_3$) ঢালার ফলে যে **সাদা অধঃক্ষেপ** পড়ে তাহা নাইট্রিক অ্যাসিডে অদ্রবণীয় কিন্তু অ্যামোনিয়া দ্রবণে (NH_4OH) দ্রবণীয়। কিন্তু কার্বনেট (CO_3) মূলকের ক্ষেত্রে $AgNO_3$ দ্রবণ দ্বারা যে অধ:ক্ষেপ পড়ে তাহা হরিদ্রাভ এবং NO_4OH ও HNO_3 উভয়ের মধ্যেই দ্রবণীয়।]

সাধারণ সংকেত ঃ সোডিয়াম, পটাসিয়াম ও অ্যামোনিয়াম অর্থাৎ অ্যালকালি কার্বনেট ছাড়া অপর সমস্ত ধাতব কার্বনেট জলে অদ্রবণীয়।

অদ্রবণীয় কার্বনেটের সিক্ত পরীক্ষা নাই ঃ জলে অদ্রবণীয় কার্বনেট লবণের কোন সিক্ত পরীক্ষা নাই। কারণ, জলে অদ্রবণীয় কার্বনেট অ্যাসিডে দ্রবীভূত করার সময় অ্যাসিডের সঙ্গে বিক্রিয়ার ফলে কার্বনেট মূলকের কার্বন-ডাই-অক্সাইড (CO_2) গ্যাস নির্গত হইয়া যায়। বিক্রিয়া ঃ

$$CaCO_3+2HCl=CaCl_2+CO_2\uparrow+H_2O$$

তাই জলে **অদ্রবণীয় কার্বনেট একমাত্র শুষ্ক পদ্ধতিতে সনাক্ত করা সম্ভব।**

3. নাইট্রেট মূলক (NO_3)

A. শুষ্ক পরীক্ষা (Dry Test)

পরীক্ষা (Experiment)	পর্যবেক্ষণ (Observation)	সিদ্ধান্ত (Inference)
(i) পরীক্ষা নলে কঠিন পটাসিয়াম নাইট্রেট (KNO_3)লও এবং তার মধ্যে ঘন সালফিউরিক অ্যাসিড(conc.H_2SO_4) মিশাইয়া মিশ্রণটি উত্তপ্ত কর।	বাদামী বর্ণের একপ্রকার তীব্রগন্ধী গ্যাস নির্গত হয়।	এই গ্যাস নাইট্রোজেন ডাই-অক্সাইড (NO_2) নাইট্রেট লবণের উপরে বিক্রিয়ায় প্রথমে নাইট্রিক অ্যাসিড তৈরী হয় এবং ইহা ভাঙ্গিয়া নাইট্রোজেন ডাই-অক্সাইড উৎপন্ন হয়। বিক্রিয়া পরবর্তী পরীক্ষায় দ্রষ্টব্য।

পরীক্ষা (Experiment)	পর্যবেক্ষণ (Observation)	সিদ্ধান্ত (Inference)
(ii) পরীক্ষা-নলে কঠিন পটাসিয়াম নাইট্রেট তথা সোরা (KNO_3) বা যে কোন নাইট্রেট লবণ লও। ইহার মধ্যে কয়েকটি তামার কুচি (Copper turnings) ফেল এবং তার মধ্যে ঘন H_2SO_4 ঢালিয়া মিশ্রণটি উত্তপ্ত কর।	বাদামী বর্ণের এক-প্রকার গ্যাস নির্গত হয় এবং পরীক্ষা-নলের অবশিষ্ট দ্রবণ নীলবর্ণে পরিণত হয়।	ইহা নাইট্রোজেন ডাই-অক্সাইড (NO_2) গ্যাস এবং ধাতব নাইট্রেট লবণের নাইট্রেট (NO_3) মূলক হইতে তৈরী হয়। পটাসিয়াম নাইট্রেট সালফিউরিক অ্যাসিডের বিক্রিয়ায় প্রথমে নাইট্রিক অ্যাসিড তৈরী হয়। এই অ্যাসিড তামার সঙ্গে বিক্রিয়ায় নাইট্রোজেন ডাই-অক্সাইড তৈরী করে। যথা: $KNO_3 + H_2SO_4 = KHSO_4 + HNO_3$, $4HNO_3 = 2N_2O_4\uparrow + O_2 + 2H_2O$

দ্রষ্টব্য: সোডিয়াম, পটাসিয়াম ও অ্যামোনিয়ার নাইট্রেট ছাড়া আর সমস্ত ধাতব নাইট্রেট লবণ, যথা: $Cu(NO_3)_2$, $Zn(NO_3)_2$, লেড নাইট্রেট [$Pb(NO_3)_2$] ইত্যাদি লবণ শুষ্ক অবস্থায় পরীক্ষা-নলে রাখিয়া বুনসেন দীপে উত্তপ্ত করিলে বাদামী বর্ণের নাইট্রোজেন ডাই-অক্সাইড (NO_2) গ্যাস তৈরী হয় এবং এইভাবে লবণের NO_3 মূলকের অস্তিত্ব প্রমাণ করা যায়।

B. সিক্ত পরীক্ষা (Wet Test)

পরীক্ষা (Experiment)	পর্যবেক্ষণ (Observation)	সিদ্ধান্ত (Inference)
(i) পরীক্ষা নলে পটাসিয়াম নাইট্রেট(KNO_3) লবণ লও এবং তার মধ্যে সিলভার নাইট্রেট ($AgNO_3$) দ্রবণ ঢাল।	কোন অধঃক্ষেপ পড়ে না।	এই দ্রবণে ক্লোরাইড মূলক নাই।

পরীক্ষা (Experiment)	পর্যবেক্ষণ (Observation)	সিদ্ধান্ত (Inference)
(ii) পটাসিয়াম নাইট্রেট দ্রবণে বেরিয়াম ক্লোরাইড ($BaCl_2$) দ্রবণ ঢাল।	কোন অধঃক্ষেপ পড়ে না।	কারণ, এই দ্রবণে কার্বনেট বা সালফেট মূলক নাই।

দ্রষ্টব্য : এই পরীক্ষা দুইটিতে প্রমাণিত হয় যে, পরীক্ষণীয় দ্রবণে Cl-মূলক CO_3-মূলক, বা SO_4-মূলক নাই।]

(iii) রিং বা বলয় পরীক্ষা (Ring Test)

কয়েকটি কঠিন ফেরাস সালফেট ($FeSO_4$) দানা লও এবং জলে বারবার ধুইয়া পরিষ্কার কর। একটি পরীক্ষা নলে এই পরিষ্কৃত $FeSO_4$ জলে দ্রবীভূত কর। এই দ্রবণের 3 ml. একটি পরীক্ষা নলে লও। এই ফেরাস সালফেট দ্রবণে কয়েক ফোঁটা লঘু নাইট্রিক অ্যাসিড অথবা কোন নাইট্রেট লবণের দ্রবণ ঢালিয়া ভালভাবে মিশ্রিত কর। এই মিশ্রণ-সহ পরীক্ষা-নলটি হেলান ভাবে অর্থাৎ কাৎ করিয়া ধর এবং পরীক্ষা-নলের দ্রবণের মধ্যে সাবধানে পরীক্ষা নলের গায়ে গড়াইয়া ধীরে ধীরে 3 ml. পরিমাণ ঘন সালফিউরিক অ্যাসিড (conc.H_2SO_4) ঢাল।	ঘনসালফিউরিক অ্যাসিড পরীক্ষা-নলের তলায় গড়াইয়া পড়িবে এবং নাইট্রেট লবণ ও ফেরাস সালফেটের মিশ্রণ এবং ঘন সালফিউরিক অ্যাসিডের দুইটি স্তরের সংযোগস্থলে একটি বাদামী রঙের রিং বা বলয় গঠিত হয়।	এই রিং বা বলয় পরীক্ষা নাইট্রেট মূলকের (NO_3^-) একটি বিশিষ্ট পরীক্ষা। পরীক্ষা নলটি উত্তপ্ত করিলে বাদামী রঙের বলয় তরলে মিশিয়া যায়। এই পরীক্ষায় নাইট্রিক অ্যাসিড ফেরাস সালফেটকে ($FeSO_4$) জারিত করে এবং এরূপ বিক্রিয়ায় নাইট্রিক অক্সাইড (NO) তৈরী হয়। এই NO অতিরিক্ত $FeSO_4$ দ্রবণে $FeSO_4$ NO. ধরনের একটি অস্থায়ী যৌগ গঠন করে। এই অস্থায়ী যৌগের বর্ণ গাঢ় বাদামী।

[দ্রষ্টব্য : পরীক্ষা-নল বেশী নাড়াচাড়া করিলে বলয় তৈরী হয় না।]

(iv) **ব্রুসিন পরীক্ষা** (Brucine Test)

পরীক্ষা (Experiment)	পর্যবেক্ষণ (Observation)	সিদ্ধান্ত (Inference)
একটি পোরসেলিন বেসিন বা খর্পরে যে-কোন নাইট্রেট লবণের লঘু দ্রবণ লও। ইহার মধ্যে কয়েক ফোঁটা ঘন সালফিউরিক অ্যাসিড (conc.H_2SO_4) ফেল। এই মিশ্রণে লঘু সালফিউরিক অ্যাসিডে দ্রবীভূত ব্রুসিন (Brucine) দ্রবণ মিশাও।	প্রথমে **লালাভ গোলাপী** বর্ণ দেখা দিবে এবং এই বর্ণ কিছুক্ষণ পরে **হলুদ** বর্ণে রূপান্তরিত হইবে।	ইহা নাইট্রেট মূলকের একটি বিশিষ্ট পরীক্ষা। নাইট্রাইট (NO_2) মূলকের উপস্থিতিতেও এই পরীক্ষা করা যায়।

সাধারণ সংকেত : সমস্ত সাধারণ নাইট্রেট লবণ জলে দ্রবণীয়। দ্রবণীয় না হইলে সেই লবণ কখনও নাইট্রেট হইবে না।

লেড নাইট্রেটের সিক্ত পরীক্ষা : (i) লেড নাইট্রেটের ক্ষেত্রে বলয় পরীক্ষা করা কষ্টসাধ্য। লেড নাইট্রেট দ্রবণে ঘন সালফিউরিক অ্যাসিড মিশাইবার ফলে অদ্রবণীয় লেড সালফেট অধঃক্ষিপ্ত হয়। যথা :

$Pb(NO_3)_2 + H_2SO_4 = PbSO_4 \downarrow + 2HNO_3$; তাই এই $PbSO_4$ অধঃক্ষেপ ফিলটার করিয়া পরিস্রুত দ্রবণ বা ফিলট্রেট লইয়া বলয় পরীক্ষা করা হয়। এই ফিলট্রেট বা পরিস্রুত দ্রবণে **নাইট্রিক অ্যাসিড** বর্তমান থাকে।

(i) লেড নাইট্রেটের বলয় পরীক্ষা **অন্যভাবে** করা যায়। **প্রথমে** একটি বীকারে অল্প লেড নাইট্রেট লবণ লও এবং ইহার সঙ্গে তিন-চার গুণ সোডিয়াম কার্বনেট (Na_2CO_3) মিশাও। এই মিশ্রণে পরিমিত জল ঢালিয়া মিশ্রণটি তারজালের উপরে রাখিয়া বুনসেন দীপে মিনিট দশেক ফুটাও। লেড নাইট্রেটের সঙ্গে সোডিয়াম কার্বনেটের বিক্রিয়ায় অদ্রবণীয় লেড কার্বনেট অধঃক্ষিপ্ত হয়।

বিক্রিয়া : $Pb(NO_3)_2 + Na_2CO_3 = PbCO_3 \downarrow + 2NaNO_3$

ইহা ফিলটার কর এবং স্বচ্ছ পরিস্রুত দ্রবণে অতিরিক্ত ঘন সালফিউরিক অ্যাসিড মিশাও। অতিরিক্ত কার্বনেটের কার্বন ডাই-অক্সাইড নির্গত হইয়া

যাইবে। এই অ্যাসিড মিশ্রিত নাইট্রেট লবণের দ্রবণ কলের জলে ঠাণ্ডা কর এবং শীতল মিশ্রণে [পরীক্ষা-নল কাৎ করিয়া] ধীরে ধীরে সদ্যপ্রস্তুত ফেরাস সালফেট দ্রবণ ($FeSO_4$) মিশাও। এরূপ পরীক্ষায় অ্যাসিড ও উপরের মিশ্র দ্রবণের সংযোগ স্থলে একটি বাদামী বলয় (brown ring) তৈরী হইবে।

4. সালফেট মূলক ($SO_4^=$)

A. শুষ্ক পরীক্ষা (Dry Test)

পরীক্ষা (Experiment)	পর্যবেক্ষণ (Observation)	সিদ্ধান্ত (Inference)
স্বল্প সোডিয়াম সালফেট (Na_2SO_4, $10H_2O$) চূর্ণ লও এবং ইহার সঙ্গে চারকোলচূর্ণ (charcoal powder) মিশাও। এই মিশ্রণের সঙ্গে তিন গুণ পরিমাণ সোডিয়াম কার্বনেট (Na_2CO_3) মিশাইয়া মিশ্রণটি একটি চারকোল ব্লক বা অঙ্গার খণ্ডের গর্তে রাখিয়া ফুৎ-নলের সাহায্যে ইহা গলাও। এই বিগলিত মিশ্রণ জলে ঢালিয়া ফিলটার কর এবং পরিস্রুত দ্রবণ একটি পরীক্ষা-নলে বা ছোট বীকারে লও। এই স্বচ্ছ দ্রবণে সদ্য প্রস্তুত **সোডিয়াম নাইট্রো-প্রুসাইড** দ্রবণ মিশাও।	চারকোল ব্লক বা অঙ্গার খণ্ডে মিশ্রণ বিগলিত হয় এবং এই বিগলিত মিশ্রণ জলে মিশাইয়া পরিস্রুত করিয়া দ্রবণে সোডিয়াম নাইট্রো-প্রুসাইড (Sodium Nitro-pruside soln.) মিশাইলে দ্রবণের বর্ণ দেখিতে হয় **বেগুনী**।	সোডিয়াম সালফেট অঙ্গারের সঙ্গে বিক্রিয়ায় বিজারিত হইয়া প্রথমে সোডিয়াম সালফাইডে (Na_2S) পরিণত হয়। বিক্রিয়া : $Na_2SO_4 + 2C = Na_2S + 2CO_2$ এই সোডিয়াম সালফাইড জলে দ্রবীভূত হইলে, সোডিয়াম নাইট্রো-প্রুসাইডের সংস্পর্শে এই দ্রবণ বেগুনী রূপ ধারণ করে। ইহা সালফেট মূলকের একটি অপ্রত্যক্ষ পরীক্ষা। কারণ, সালফেট মূলকের সঙ্গে সোডিয়াম নাইট্রো-প্রুসাইডের কোন বিশেষ বিক্রিয়া ঘটে না।

[**দ্রষ্টব্য :** এই পরীক্ষার পূর্বে সালফাইড মূলকের পরীক্ষা করিতে হইবে। সালফাইড মূলক না থাকিলেই এরূপ অপ্রত্যক্ষ পরীক্ষার সিদ্ধান্ত সঠিক হইবে।]

B. সিক্ত পরীক্ষা (Wet Test)

পরীক্ষা (Experiment)	পর্যবেক্ষণ (Observation)	সিদ্ধান্ত (Inference)
(i) পরীক্ষা নলে সোডিয়াম সালফেট (Na_2SO_4, $10H_2O$) দ্রবণ লও ও তার মধ্যে বেরিয়াম ক্লোরাইড দ্রবণ ($BaCl_2$) মিশাও এবং এই মিশ্রণের মধ্যে লঘু HCl ঢাল।	ঘন সাদা অদ্রবণীয় প্রচুর অধঃক্ষেপ পড়ে। এই অধঃক্ষেপ দ্রুত পরীক্ষা নলের তলায় জমা হয়। ইহা ঘন বা লঘু HCl বা HNO_3-এ দ্রবীভূত হয় না।	এই অদ্রবণীয় অধঃক্ষেপ বেরিয়াম সালফেট, ইহার বর্ণ সাদা। লঘু সালফেট দ্রবণ হইতেও এরূপ সাদা অধঃক্ষেপ নিক্ষিপ্ত হয়। বিক্রিয়া :
(ii) অধঃক্ষেপ তিন ভাগে ভাগ কর এবং এক এক ভাগে ঘন HCl ও ঘন HNO_3 ও ঘন H_2SO_4 মিশাও।	এই অধঃক্ষেপ কোন অ্যাসিডেই দ্রবণীয় নয়।	$Na_2SO_4 + BaCl_2 = BaSO_4\downarrow + 2NaCl$ ইহা $SO_4^{=}$ মূলকের বিশিষ্ট পরীক্ষা।

[**দ্রষ্টব্য :** কোন দ্রবণীয় কার্বনেট লবণের দ্রবণে $BaCl_2$ দ্রবণ মিশাইলেও সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে। কিন্তু এরূপ $BaCO_3$ অধঃক্ষেপ লঘু HCl-এর মধ্যে দ্রবণীয়, পক্ষান্তরে $BaSO_4$ কোন লঘু বা ঘন অ্যাসিডে দ্রবণীয় নয়। সুতরাং অজ্ঞাত লবণে $BaCl_2$ সংযোগে সাদা অধঃক্ষেপ পড়িলেই কোন সিদ্ধান্ত করা ঠিক নয়। এই অধঃক্ষেপ অ্যাসিডে দ্রবণীয় কি-না তাহা লক্ষ্য করিয়া তবে সিদ্ধান্ত করিতে হইবে যে অ্যাসিডমূলক কার্বনেট না সালফেট।

সাধারণ সংকেত : সালফেট ($SO_4^{=}$) মূলকের কোন প্রত্যক্ষ (direct) **শুষ্ক পরীক্ষা নাই।** $BaSO_4$, $PbSO_4$, $SrSO_4$ এবং কয়েকটি সালফেটের লবণ ছাড়া আর **সব সালফেট লবণই কম-বেশী পরিমাণে জলে দ্রবণীয়।** $CaSO_4$ জলে অতি অল্প দ্রবণীয়।

সালফাইড মূলক (S^-)

A. শুষ্ক পরীক্ষা (Dry Test)

পরীক্ষা (Experiment)	পর্যবেক্ষণ (Observation)	সিদ্ধান্ত (Inference)
(i) পরীক্ষা-নলে কঠিন ও শুষ্ক সোডিয়াম সালফাইড (Na_2S) লও এবং ইহার মধ্যে লঘু হাইড্রোক্লোরিক বা সালফিউরিক অ্যাসিড dil. HCl, বা dil. (H_2SO_4) ঢাল।	(i) পচা ডিমের গন্ধবাহী একরকম গ্যাস উৎপন্ন হয়।	(i) এই গ্যাস হাইড্রোজেন সালফাইড (H_2S)। ইহা পচা ডিমের গন্ধে পরিচিত। $Na_2S+2HCl$ $=H_2S\uparrow+2NaCl$
(ii) লেড অ্যাসিটেট (Lead acetate) দ্রবণে সিক্ত করিয়া একটি ফিলটার কাগজ পরীক্ষা নলের মুখে উদ্গত গ্যাসের মধ্যে ধর।	(ii) লেড অ্যাসিটেট-সিক্ত কাগজটি কালো হইয়া যায়।	(ii) লেড অ্যাসিটেট এবং হাইড্রোজেন সালফাইডের (H_2S) বিক্রিয়ায় লেডসালফাইড (PbS) গঠিত হয়। এই সালফাইড দেখিতে কালো। তাই কাগজটি কালো হইয়া যায়।
(iii) সদ্য প্রস্তুত সোডিয়াম নাইট্রো-প্রুসাইড (Sodium Nitro prusside [$Na_3Fe(CN)_5$ NO] দ্রবণে কষ্টিক সোডা (NaOH) মিশ্রিতকরিয়া সেই মিশ্র দ্রবণে একটি ফিল্টার কাগজ সিক্ত কর এবং এই সিক্ত কাগজটি আবার কষ্টিক সোডা দ্রবণে সিক্ত কর। এই সিক্ত কাগজটি এখন পরীক্ষা নলের মুখে নির্গত গ্যাসের (H_2S) সামনে ধর।	(iii) ফিলটার কাগজের রঙ ঘন বেগুনী বর্ণে পরিণত হয়। [এই বর্ণ বেশীক্ষণ স্থায়ী থাকে না।]	(iii) ইহা সালফাইড মূলকের একটি বিশিষ্ট পরীক্ষা। [সোডিয়াম নাইট্রো-প্রুসাইডে ক্ষার (NaOH) মিশ্রিত না করিলে মুক্ত গ্যাস (H_2S) বা ইহার জলীয় দ্রবণের সংস্পর্শে নাইট্রো-প্রুসাইডের বর্ণ বেগুনী রঙে পরিবর্তিত হয় না।]

B. সিক্ত পরীক্ষা (Wet Test)

পরীক্ষা (Experiment)	পর্যবেক্ষণ (Observation)	সিদ্ধান্ত (Inference)
(i) সোডিয়াম সালফাইড (Na_2S) দ্রবণে সিলভার নাইট্রেট ($AgNO_3$) দ্রবণ ঢাল	(i) কালো অধঃক্ষেপ পড়ে।	(i) সিলভার সালফাইডের কালো অধঃক্ষেপ পড়ে। যথা: $2AgNO_3 + Na_2S = Ag_2S\downarrow + NaNO_3$
(ii) এই অধঃক্ষেপ লঘু HNO_3 মিশাও এবং দ্রবণটি গরম কর।	(ii) শীতল অবস্থায় দ্রবীভূত হয় না কিন্তু গরম করিলে দ্রবীভূত হয়।	(ii) গরম ও লঘু HNO_3 অ্যাসিডে অধঃক্ষেপ (Ag_2S) দ্রবণীয় কিন্তু ঠাণ্ডা HNO_3তে অদ্রবণীয়।
(iii) সোডিয়াম সালফাইড (Na_2S) দ্রবণে লেড অ্যাসিটেট দ্রবণ মিশাও।	(iii) কালো অধঃক্ষেপ পড়ে।	(iii) কালো অধঃক্ষেপ PbS বিক্রিয়া :* $Pb(Ac)_2 + Na_2S$ $PbS\downarrow + 2Na(Ac)$
(iv) অধঃক্ষেপের এক অংশে লঘু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড (HCl) মিশাও।	(iv) অধঃক্ষেপ অদ্রবণীয়।	(iv) লেড সালফাইড লঘু HCl-এর মধ্যে অদ্রবণীয়।
(v) অপর অংশে লঘু নাইট্রিক অ্যাসিড (HNO_3) মিশাও এবং দ্রবণ উত্তপ্ত কর।	(v) অধঃক্ষেপ দ্রবীভূত হইয়া যায়।	(v) লেড সালফাইড তপ্ত লঘু HNO_3-এ দ্রবণীয় কিন্তু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডে অদ্রবণীয়।

[*লেড অ্যাসিটেটের ফর্মূলা $Pb(CH_2COO)_2$; ইহার সরলাকারে $Pb(Ac)_2$ ব্যবহার করা হইল।]

সাধারণ সংকেত : ক্ষারীয় সালফাইড [Na_2S, K_2S] ছাড়া অন্য সব সালফাইড লবণ জলে অদ্রবণীয়।

অজ্ঞাত অ্যাসিড মূলকের সনাক্তকরণ

(Identification of Unknown Acid Radicals)

[ক্লোরাইড (Cl^-), **কার্বনেট** ($CO_3^=$) **সালফাইড** ($S^=$), **নাইট্রেট** (NO_3^-), ও **সালফেট** ($SO_4^=$)—এই পাঁচটি অ্যাসিড মূলকের সনাক্তকরণ সিলেবাসের অন্তর্ভুক্ত।]

(ক) **শুষ্ক পরীক্ষা** (Dry test) : পাঁচটি পরীক্ষণীয় অ্যাসিড মূলকের মধ্যে একমাত্র ($SO_4^=$) মূলক ছাড়া অন্য সমস্ত মূলকগুলি শুষ্ক পরীক্ষায় সনাক্ত করা সম্ভব। $SO_4^=$ মূলকের অপ্রত্যক্ষভাবে শুষ্ক পরীক্ষা করা সম্ভব। পরীক্ষাগুলি নিম্নরূপ পদ্ধতিতে সম্পন্ন কর :

বিকারক ও পরীক্ষা (Reagent & Expt.)	পর্যবেক্ষণ (Observation)	সিদ্ধান্ত (Inference)
1. **লঘু হাইড্রোক্লোরিক বা সালফিউরিক অ্যাসিড** [dil. HCl বা H_2SO_4] : একটি পরীক্ষা-নলে এক গ্রাম পরিমাণ পরীক্ষণীয় শুষ্ক লবণ লও এবং ইহার মধ্যে লঘু HCl বা H_2SO_4 ঢাল এবং পরীক্ষা-নলটি উত্তপ্ত কর।	(i) নির্গত গ্যাস বর্ণহীন ও গন্ধহীন। এই গ্যাস নলের মাধ্যমে চুন-জল [$Ca(OH_2)$] ভরা অপর একটি পরীক্ষা-নলে চালাও। চুন-জল যদি ঘোলা হইয়া যায় তবে সেই গ্যাস CO_2.	(i) **কার্বনেট** মূলক ($CO_3^=$) বর্তমান। বিক্রিয়া : $CaCO_3+2HCl=CaCl_2+H_2O+CO_2\uparrow$ $Ca(OH)_2+CO_2=CaCO_3\downarrow+H_2O$.
	(ii) নির্গত গ্যাস বর্ণহীন কিন্তু গ্যাসের মধ্যে পচা ডিমের গন্ধ পাওয়া যায়। **লেড অ্যাসিটেট** দ্রবণে সিক্ত কাগজ পরীক্ষা-নলের মুখে ধরা গন্ধযুক্ত গ্যাসের সংস্পর্শে কালো হইয়া যায়। এই গ্যাস H_2S.	(iii) **সালফাইড** মূলক ($S^=$) বর্তমান। বিক্রিয়া : $Na_2S+2HCl=2NaCl+H_2S\uparrow$
	(iii) একটি পরীক্ষা-নলের মধ্যে কষ্টিক সোডা দ্রবণে নির্গত গ্যাস চালাও এবং এই মিশ্রিত দ্রবণে সোডিয়াম নাইট্রোপ্রুসাইড দ্রবণ ঢাল। দ্রবণ বেগুনী বর্ণে রূপান্তরিত হইল।	(iii) **সালফাইড** ($S^=$) মূলক বর্তমান।

বিকারক ও পরীক্ষা (Reagent & Expt.)	পর্যবেক্ষণ (Observation)	সিদ্ধান্ত (Inference)
2. ঘন সালফিউরিক অ্যাসিড এবং ম্যাঙ্গানীজ ডাই অক্সাইড [conc. H_2SO_4 ও MnO_2]: একটি পরীক্ষা-নলে এক গ্রাম পরিমাণ শুষ্ক পরীক্ষণীয় লবণ লও। ইহার সঙ্গে কালো ম্যাঙ্গানীজ ডাই-অক্সাইড (MnO_2) পাউডার মিশাও। এই মিশ্রণে ঘন (H_2SO_4) ঢাল এবং পরীক্ষা-নল উত্তপ্ত কর।	(i) নির্গত গ্যাসের মধ্যে ক্লোরিনের তীব্র গন্ধ পাওয়া যায়। গ্যাসের বর্ণ সবুজাভ হলুদ। এই গ্যাস ক্লোরিন (Cl_2)	(i) ক্লোরাইড মূলক (Cl^-) বর্তমান। $2NaCl+MnO_2+2H_2SO_4=Cl_2+Na_2SO_4+MnSO_4+H_2O$.
3. ঘন সালফিউরিক অ্যাসিড ও তামার (Cu) কুচি [conc. H_2SO_4+Cu]: পরীক্ষা-নলে শুষ্ক পরীক্ষণীয় লবণ লও। ইহার মধ্যে কয়েক টুকরা তামার কুচি ফেল। H_2SO_4 ঢাল এবং পরীক্ষা-নল উত্তপ্ত কর।	(i) নির্গত গ্যাসের বর্ণ বাদামী। উহা—NO_2, নাইট্রেট লবণ ভাঙিয়া বাদামী নাইট্রোজেন ডাই-অক্সাইড (NO_2) গ্যাস নির্গত হয়।	(i) নাইট্রেট মূলক (NO_3^-) বর্তমান। $KNO_3+H_2SO_4=KHSO_4+HNO_3$; $4HNO_3+Cu=Cu(NO_3)_2-2NO_2\uparrow+2H_2O$.

[সালফেট মূলকের ($SO_4^{=}$) অপ্রত্যক্ষ শুষ্ক পরীক্ষা-পদ্ধতি পৃঃ 137 দেখ।]

(খ) সিক্ত পরীক্ষা (Wet Test)

1. জলে অদ্রবণীয় কার্বনেট মূলকের সিক্ত পরীক্ষা করা সম্ভব নয়।

2. সমস্ত নাইট্রেট লবণ জলে দ্রবণীয়।

3. জলে অদ্রবণীয় ক্লোরাইড, সালফেট ও সালফাইড মূলক বিশেষ প্রক্রিয়ায় পরীক্ষা করা প্রয়োজন।

4. জলে অদ্রবণীয় কোন লবণ যে অ্যাসিডে দ্রবীভূত করিবে সেই দ্রবণ ব্যবহার করিয়া সেই অ্যাসিড মূলকের পরীক্ষা করা যে সম্ভব নয় তাহা স্মরণ রাখিতে হইবে।

অ্যাসিড মূলকের সিক্ত পরীক্ষার দ্রবণ প্রস্তুতি

(Preparation of solution for wet test of acid radical)

একটি বীকারে পরীক্ষণীয় লবণের স্বচ্ছ জলীয় দ্রবণ তৈরী কর। [যদি লবণ জলে দ্রবীভূত না হয় তাহা হইলে এই **অদ্রবণীয় লবণ এই অধ্যায়ের শেষে বর্ণিত পন্থায় পরীক্ষা করিতে হইবে।**] জলীয় দ্রবণে নিচের পরীক্ষা সম্পন্ন কর।

বিকারক ও পরীক্ষা (Reagent & Expt.)	পর্যবেক্ষণ (Observation)	সিদ্ধান্ত (Inference)
1. সোডিয়াম নাইট্রোপ্রুসাইড ও NaOH দ্রবণ ঃ পরীক্ষা-নলে 2-3 ml. পরীক্ষণীয় জলীয় দ্রবণ লও এবং ইহার মধ্যে অল্প NaOH ঢাল। এই ক্ষার-মিশ্রিত বা ক্ষারীয় দ্রবণে সদ্য প্রস্তুত সোডিয়াম নাইট্রো-প্রুসাইড দ্রবণ ঢাল ও পরীক্ষা নল ঝাঁকাও।	পরীক্ষণীয় দ্রবণ **বেগুনী** বর্ণে রূপান্তরিত হয়। দ্রবণ ক্ষারীয় হইয়াছে কি-না তাহা লাল লিটমাস কাগজ ডুবাইয়া দেখ যে কাগজ নীল হয় কি-না।	**সালফাইড** মূলক ($S^{=}$) বর্তমান। বেগুনী দ্রবণে একটি জটিল যৌগ গঠিত হয়। $Na_2S + Na_2[Fe(CN)_5NO] = Na_4[Fe(CN)_5NOS]$ (বেগুনী)

বিকারক ও পরীক্ষা (Reagent & Expt.)	পর্যবেক্ষণ (Observation)	সিদ্ধান্ত (Inference)
2 বেরিয়াম ক্লোরাইড ($BaCl_2$) : পরীক্ষানলে বীকার হইতে 2-3 ml. মূল পরীক্ষণীয় দ্রবণ লও এবং তার মধ্যে বেরিয়াম ক্লোরাইড দ্রবণ ঢাল।	(i) **যদি সাদা ভারী অদ্রবণীয় অধঃক্ষেপ** পড়ে তবে এই অধঃক্ষেপ $BaSO_4$; ইহার মধ্যে ঘন HCl ঢাল। অধঃক্ষেপ দ্রবীভূত হয় না।	(i) **সালফেট** মূলক ($SO_4^=$) বর্তমান। $Na_2SO_4 + BaCl_2 = BaSO_4 \downarrow + 2NaCl$
	(ii) **যদি সাদা ভারী অধঃক্ষেপ** পড়ে তবে এই অধঃক্ষেপ $BaCO_3$ হইতেও পারে ; কিন্তু এই অধঃক্ষেপ ধাতব কার্বনেট হইলে ইহা লঘু HCl-এ দ্রবীভূত হইবে।	(ii) **কার্বনেট** ($CO_3^=$) বর্তমান। বিক্রিয়া : $Na_2CO_3 + BaCl_2 = BaCO_3 \downarrow + 2NaCl$ [অন্যান্য পরীক্ষায়ও কার্বনেট সনাক্ত করিতে হইবে।]
3. **সিলভার নাইট্রেট** ($AgNO_3$) **দ্রবণ** : পরীক্ষা-নলে নতুন দ্রবণ লও এবং ইহার মধ্যে $AgNO_3$ দ্রবণ ঢাল।	(i) **যদি সাদা অধঃক্ষেপ** পড়ে তাহা হইলে এই অধঃক্ষেপের একাংশের মধ্যে লঘু HNO_3 ঢাল। যদি HNO_3-এ অধঃক্ষেপ দ্রবীভূত না হয় তবে অন্য পরীক্ষানলে অপরাংশে অতিরিক্ত পরিমাণে NH_4OH ঢাল। যদি সাদা অধঃক্ষেপ দ্রবীভূত হইয়া স্বচ্ছ তরলে পরিণত হয় তাহা হইলে ইহা সিলভার ক্লোরাইড (AgCl)।	**ক্লোরাইড** মূলক (Cl^-) বর্তমান। বিক্রিয়া : $NaCl + AgNO_3 = AgCl \downarrow + NaNO_3$

বিকার ও পরীক্ষা (Reagent & Expt)	পর্যবেক্ষণ (Observation)	সিদ্ধান্ত (Inference)
	(ii) যদি সাদা অধঃক্ষেপ লঘু HNO_3 ও NH_4OH এই উভয়ের মধ্যে দ্রবীভূত হইয়া যায় তবে ইহা Ag_2CO_3.	(ii) কার্বনেট মূলক (CO_3^-) বর্তমান; $Na_2CO_3+2AgNO_3 = Ag_2CO_3\downarrow +2NaNO_3$
4. **বলয় পরীক্ষা** (Ring Test) : একটি পরীক্ষা-নলে 2-3 ml. পরিমাণ পরীক্ষণীয় দ্রবণ লও। অপর একটি পরীক্ষা-নলে পাতিত জলে দানাদার স্বচ্ছ ফেরাস সালফেট ($FeSO_4$) মিশাইয়া একটি সদ্য-দ্রবণ তৈরী কর। এই $FeSO_4$ দ্রবণ 3-4 ml. পরিমাণ পরীক্ষণীয় দ্রবণে মিশাও এখন পরীক্ষা নলটি কাৎ করিয়া অন্য একটি পরীক্ষা নল হইতে এই $FeSO_4$ মিশ্রিত দ্রবণে পরীক্ষা-নলের গায়ে গড়াইয়া এবং ধারার আকারে, ধীরে ধীরে 3-4 ml. H_2SO_4 ঢাল।	সদ্য তৈরী ফেরাস সালফেট মিশ্রিত দ্রবণ এবং H_2SO_4-এর মাঝখানে একটি **বাদামী বর্ণের বলয়** বা **রিং**, তৈরী হইবে। ঘন H_2SO_4 নিচের স্তরে সঞ্চিত হইবে। [H_2SO_4 তাড়াতাড়ি ঢালিলে বা একেবারে ঢালিলে বা পরীক্ষা নলের গায়ে গড়াইয়া না ফেলিলে বলয় তৈরী হয় না। পরীক্ষা-নলে দ্রবণ নাড়াচাড়া করিলেও বলয় তৈরী করা সম্ভব নয়।]	**নাইট্রেট** মূলক (NO_3^-) বর্তমান। $FeSO_4.NO$ রূপে একটি অস্থায়ী যৌগ গঠিত হয় এবং ইহার রং বাদামী।

[কোন অজ্ঞাত লবণের অ্যাসিডের মূলক নির্ধারিত হইবার পরে 129 হইতে 140 পৃষ্ঠায় বর্ণিত পরীক্ষা দ্বারা এই অ্যাসিড মূলকের পরিচয় সুনিশ্চিতভাবে পরীক্ষা কর।]

জলে অদ্রবণীয় লবণের অ্যাসিড মূলকের পরীক্ষা পদ্ধতি

(Identification of acid radicals of salts insoluble in water)

বিভিন্ন লবণের দ্রবণীয়তা নিম্নরূপ :

1. **ক্লোরাইড :** AgCl, Hg_2Cl_2, Cu_2Cl_2 জলে অদ্রবণীয়। $PbCl_2$ গরম জলে দ্রবণীয়, শীতল জলে অদ্রবণীয়। ইহা ব্যতীত সমস্ত ক্লোরাইড লবণ জলে দ্রবণীয়।

2. **নাইট্রেট :** সমস্ত নাইট্রেট লবণ জলে **দ্রবণীয়**।

3. **সালফেট :** $PbSO_4$, $CaSO_4$, $BaSO_4$ ছাড়া সব সালফেট লবণ জলে **দ্রবণীয়**। $CaSO_4$ সামান্য দ্রবণীয়।

4. **সালফাইড :** Na, K, NH_4-সালফাইড ছাড়া সব সালফাইড লবণ জলে **অদ্রবণীয়**।

5. **কার্বনেট :** Na, K, NH_4-কার্বনেট ছাড়া সব সালফাইড লবণ জলে **অদ্রবণীয়**। কিন্তু Ca ও Mg **বাই-কার্বনেট** জলে **দ্রবণীয়**।

6. **সমস্ত** Na, K, ও NH_4 **লবণ (বাই কার্বনেট সামান্য দ্রবণীয়) জলে দ্রবণীয়।**

দ্রবণ প্রস্তুতি (Preparation of solution) : একটি বীকারের মধ্যে **জলে অদ্রবণীয় পরীক্ষণীয় লবণের** সঙ্গে চার ভাগ পরিমাণে সোডিয়াম কার্বনেট (Na_2CO_3) মিশাও। এই মিশ্রণ পাতিত **জলের** সঙ্গে প্রায় দশ মিনিট বুনসেন দীপের সাহায্যে **ফুটাও**। এই মিশ্রণ ফিলটার কাগজে ছাকিয়া লও। **অদ্রবণীয় কার্বনেট লবণ** অধঃক্ষিপ্ত হইবে। এই মিশ্রণ ফিলটার কাগজে ছাকিয়া লও। অদ্রবণীয় কার্বনেট লবণ ফিলটার কাগজে অবশেষরূপে পড়িয়া থাকিবে। পরিস্রুত তরল লইয়া পরীক্ষা করিতে হইবে।

মনে কর, অদ্রবণীয় লবণটি $CaSO_4$; এরূপ ক্ষেত্রে পরীক্ষণীয় লবণ Na_2CO_3-এর সঙ্গে মিশাইয়া ফুটাইবার ফলে নিম্নরূপ বিক্রিয়া ঘটে :

$$CaSO_4 + Na_2CO_3 = \underset{\text{অদ্রবণীয় অধঃপেক্ষ}}{CaCO_3\downarrow} + \underset{\text{দ্রবীভূত}}{Na_2SO_4}$$

যে অ্যাসিড মূলক সনাক্ত করিতে হইবে তাহা **সোডিয়াম ধাতুর লবণরূপে** পরিস্রুত তরল দ্রবণে পর্যাপ্ত পরিমাণে **অ্যাসিটিক অ্যাসিড** বা লঘু **নাইট্রিক**

অ্যাসিড ঢালিয়া প্রথমে Na_2CO_3 **প্রশমিত** (neutralise) করিয়া লওয়া প্রয়োজন। এখন এই পরিস্রুত দ্রবণ লইয়া পূর্বে বর্ণিত পদ্ধতি অনুযায়ী **কার্বনেট** ($CO_3^=$) **ব্যতীত** অন্যান্য অ্যাসিড মূলকের পরীক্ষা কর। **সালফাইড** ($S^=$) মূলক পরীক্ষা করার সময় সোডিয়াম কার্বনেট মিশ্রিত ফিলট্রেটকে অ্যাসিড দিয়া প্রশমিত করার প্রয়োজন নাই। কারণ, এরূপ পরীক্ষায় দ্রবণ ক্ষারীয় করা প্রয়োজন।

অ্যাসিড মূলক সনাক্তকরণ পরীক্ষা

উল্লিখিতভাবে **অদ্রবণীয় লবণের দ্রবণ** তৈরী করিয়া নিম্নলিখিত পদ্ধতিতে অ্যাসিড মূলকের পরীক্ষা কর :

পরীক্ষা (Experiment)	পর্যবেক্ষণ (Observation)	সিদ্ধান্ত (Inference)
1. পরীক্ষা-নলে একাংশ দ্রবণ লও এবং ইহার মধ্যে সদ্য প্রস্তুত **সোডিয়াম নাইট্রোপ্রুসাইড** দ্রবণ ঢাল।	1. দ্রবণের বর্ণ বেগুনী বর্ণে রূপান্তরিত (violet colouration) হয়।	1. **সালফাইড** মূলক ($S^=$) বর্তমান।
2. পরীক্ষা-নলে একাংশ দ্রবণ লও এবং ইহাতে লঘু HNO_3 ঢাল এবং উত্তপ্ত করিয়া CO_2 অপসারিত কর। এই দ্রবণে $AgNO_3$ দ্রবণ ঢাল।	2. সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে। এই অধঃক্ষেপ NH_4OH-এ দ্রবণীয় কিন্তু ঘন HNO_3-এ অদ্রবণীয়।	2. **ক্লোরাইড** মূলক (Cl^-) বর্তমান।
3. পরীক্ষা-নলে একাংশ দ্রবণ লও এবং ইহাতে HCl অ্যাসিড মিশাইয়া উত্তপ্ত কর এবং এইভাবে CO_2 অপসারিত কর। এখন এই দ্রবণে $BaCl_2$ দ্রবণ ঢাল।	3. সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে,—ইহা ঘন HCl-এ অদ্রবণীয়।	3. **সালফেট** মূলক ($SO_4^=$) বর্তমান।

লেড নাইট্রেটের [$Pb(NO_3)_2$] **বলয় পরীক্ষা** (Ring Test)ঃ লেড নাইট্রেট লইয়া বলয় পরীক্ষা করার সময় ঘন H_2SO_4 মিশ ইবার ফলে অদ্রবণীয় সাদা $PbSO_4$ অধঃক্ষিপ্ত হয়। যথা: $Pb(NO_3)_2 + H_2SO_4 = PbSO_4 \downarrow + 2HNO_3$; সাদা লেড সালফেট বলয়কে অস্পষ্ট করিয়া দেয়। তাই লেড নাইট্রেটের বলয় পরীক্ষা দুইভাবে করা যায়। যথা:—

(i) লেড নাইট্রেট দ্রবণে ঘন H_2SO_4 ঢালিয়া লেড সালফেট ($PbSO_4$) সম্পূর্ণরূপে অধঃক্ষিপ্ত কর (precipitated) এবং অধঃক্ষেপ ফিলটার কাগজে ছাঁকিয়া **পরিস্রুত দ্রবণ** লইয়া যথারীতি বলয় পরীক্ষা কর।

(ii) অদ্রবণীয় লবণের ন্যায় উপরে বর্ণিত পরীক্ষা অনুযায়ী সোডিয়াম কার্বনেটের সঙ্গে বিক্রিয়া ঘটাইয়া পরিস্রুত দ্রবণ লইয়া যথারীতি বলয় পরীক্ষা কর। এরূপ ক্ষেত্রে ঘন H_2SO_4 মিশাইবার সময় অতিরিক্ত সোডিয়াম কার্বনেটের কার্বন ডাই-অক্সাইড নির্গত হইয়া যাইবে।

অজ্ঞাত অ্যাসিড মূলকের পরীক্ষার সংক্ষিপ্ত চার্ট
(Chart for Acid Radical Test)

[পরীক্ষণীয় লবণের অ্যাসিড মূলক : Cl^-, $CO_3^{=}$, $S^{=}$, NO_3^-, NO_2^- এবং $SO_4^{=}$]

(ক) শুষ্ক পরীক্ষা (Dry Test)

1. বিকারক : লঘু H_2SO_4 বা লঘু HCl

পরীক্ষা (Experiment)	পর্যবেক্ষণ (Observation)	সিদ্ধান্ত (Inference)
(i) লবণ + লঘু H_2SO_4	বর্ণ ও গন্ধহীন গ্যাস; গ্যাসের সংযোগে **চুন-জল** [$Ca(OH)_2$] **ঘোলা** ($CaCO_3$) হইয়া যায়।	$CO_3^{=}$ মূলক বর্তমান।
(ii) লবণ + লঘু H_2SO_4 বা লঘু HCl	পচা ডিমের গন্ধযুক্ত বর্ণহীন গ্যাস; লেড অ্যাসিটেট সিক্ত কাগজ এই গ্যাসের সংস্পর্শে **কালো** হইয়া যায়।	$S^{=}$ মূলক বর্তমান।

2. বিকারক : ঘন H_2SO_4

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ	সিদ্ধান্ত
(i) লবণ + ঘন H_2SO_4	তীব্র গন্ধযুক্ত গ্যাস ; ইহার সংস্পর্শে অ্যামোনিয়া সিক্ত কাচের শলার মুখে **সাদা ঘন ধোঁয়া** (NH_4Cl) সৃষ্টি হয়।	Cl^- মূলক বর্তমান
(ii) লবণ + ঘন H_2SO_4 + MnO_2 (কালো)	সবুজ আভাযুক্ত হলুদ বর্ণের ঝাঁঝালো ক্লোরিন গ্যাস নির্গত হয়।	Cl^- মূলক বর্তমান।
(iii) লবণ + ঘন H_2SO_4 + Cu কুচি	বাদামী বর্ণের (NO_2) বা (N_2O_4) গ্যাস নির্গত হয়।	NO_3^- মূলক বর্তমান।

(খ) সিক্ত পরীক্ষা (Wet Test)

পরীক্ষণীয় লবণের দ্রবণীয়তা

নাম	দ্রবণীয়	অদ্রবণীয়
1. ক্লোরাইড	অধিকাংশ দ্রবণীয়।	$PbCl_2$ ঠাণ্ডা জলে অদ্রবণীয়।
2. নাইট্রেট	সব ধাতুর লবণ দ্রবণীয়।	
3. সালফেট	অধিকাংশ দ্রবণীয়।	$PbSO_4$ অদ্রবণীয়, $CaSO_4$ সামান্য দ্রবণীয়।
4. সালফাইড	Na, K, NH_4-সালফাইড দ্রবণীয় এবং CaS সামান্য দ্রবণীয়।	বাকী সমস্ত সালফাইড অদ্রবণীয়।
5. কার্বনেট	Na, K, NH_4—কার্বনেট দ্রবণীয়।	জলে অন্য ধাতুর কার্বনেট অদ্রবণীয়।

1. জলে দ্রবণীয় লবণের অ্যাসিড মূলকের সিক্ত পরীক্ষা

পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ	সিদ্ধান্ত
1. পরীক্ষণীয় দ্রবণ $+AgNO_3$ দ্রবণ	সাদা অধঃক্ষেপ।	Cl^-, $CO_3^=$ বা $SO_4^=$ মূলক হইতে পারে।
(i) সাদা অধঃক্ষেপে লঘু HNO_3 মিশ্রণ,	সাদা অধঃক্ষেপ দ্রবীভূত হয়;	$CO_3^=$ বা $SO_4^=$ মূলক হইতে পারে।
(ii) (ক) সাদা অধঃক্ষেপে লঘু HNO_3 মিশ্রণ;	সাদা অধঃক্ষেপ দ্রবীভূত হয় না।	Cl^- মূলক হইতে পারে।
(খ) সাদা অধঃক্ষেপে পর্যাপ্ত NH_4OH দ্রবণ মিশ্রণ;	সাদা অধঃক্ষেপ দ্রবীভূত হইয়া যায়।	Cl^- মূলক বর্তমান।
2. পরীক্ষণীয় দ্রবণ $+AgNO_3$ দ্রবণ।	কালো অধঃক্ষেপ।	$S^=$ মূলক হইতে পারে।
(i) কালো অধঃক্ষেপে লঘু HNO_3 মিশ্রণ।	কালো অধঃক্ষেপ দ্রবীভূত হইয়া যায়।	$S^=$ মূলক।
3. পরীক্ষণীয় লবণ $+BaCl_2$ লবণ।	সাদা অধঃক্ষেপ।	$CO_3^=$ বা $SO_4^=$ মূলক হইতে পারে।
(i) সাদা অধঃক্ষেপে লঘু HCl বা লঘু HNO_3 মিশ্রণ।	সাদা অধঃক্ষেপ দ্রবীভূত হইয় যায়।	$CO_3^=$ মূলক হইতে পারে।
(ii) সাদা অধঃক্ষেপে লঘু HCl বা লঘু HNO_3 মিশ্রণ।	সাদা অধঃক্ষেপ দ্রবীভূত হয় না।	$SO_4^=$ মূলক বর্তমান।
4. পরীক্ষণীয় দ্রবণ+ সদ্য প্রস্তুত সোডিয়াম নাইট্রো-প্রুসাইড দ্রবণ+ কষ্টিক সোডা দ্রবণ।	দ্রবণ বেগুনী বর্ণে রূপান্তরিত হয়।	$S^=$ মূলক বর্তমান।
5. বলয় পরীক্ষা বা রিং টেস্ট।	বাদামী বর্ণের বলয় বা রিং গঠন।	NO_3^- মূলক বর্তমান।

[**বিশেষ দ্রষ্টব্য :** কার্বনেট মূলক ($CO_3^=$) হইলে শুষ্ক পরীক্ষা দ্বারা নিশ্চয়ক পরীক্ষা করিতে হইবে। ইহার নিশ্চয়ক (confirmatory) সিক্ত পরীক্ষা নাই।]

2. জলে অদ্রবণীয় লবণের অ্যাসিড মূলকের সিক্ত পরীক্ষা

জলে অদ্রবণীয় কার্বনেট মূলকের $CO_3^=$ সিক্ত পরীক্ষা নাই। জলে অদ্রবণীয় সালফাইড ($S^=$) মূলকের প্রত্যক্ষ সিক্ত পরীক্ষা নাই। ইহাদের লঘু নাইট্রিক অ্যাসিডে দ্রবীভূত করিলে অ্যাসিড মূলক CO_2, বা H_2S ও SO_2 রূপে নির্গত হইয়া যায়।

অদ্রবণীয় বা খুব সামান্য দ্রবণীয় লবণ লঘু HNO_3 দ্বারা দ্রবীভূত কর। এই দ্রবণের সাহায্যে নিম্নলিখিত পরীক্ষা সম্পন্ন কর :

বিকারক ও পরীক্ষা	পর্যবেক্ষণ	সিদ্ধান্ত
1. পরীক্ষণীয় দ্রবণ $+AgNO_3$	সাদা অধঃক্ষেপ ; পর্যাপ্ত NH_4OH-এ দ্রবীভূত।	Cl^- মূলক বর্তমান।
2. পরীক্ষণীয় দ্রবণ $+BaCl_2$	সাদা অধঃক্ষেপ ; এই অধঃক্ষেপ লঘু HCl-এ অদ্রবণীয়।	$SO_4^=$ মূলক বর্তমান।

[**বিশেষ দ্রষ্টব্য :** 1. অদ্রবণীয় কার্বনেট ($CO_3^=$) এবং সালফাইড $S^=$ মূলকের শুষ্ক পরীক্ষা দ্বারা নিশ্চয়ক পরীক্ষা করা বাঞ্ছনীয়। সালফাইড মূলকের ($S^=$) ক্ষেত্রে সোডিয়াম নাইট্রোপ্রুসাইড শুষ্ক পরীক্ষাটি করিতে হইবে।

2. **বিকল্প পদ্ধতি :** জলে **অদ্রবণীয় লবণ** চারগুণ সোডিয়াম কার্বনেটের সঙ্গে মিশাইয়া তাহা জলীয় মিশ্রণে ফুটাইয়া লইলে ধাতুর অদ্রবণীয় ধাতব কার্বনেট অধঃক্ষিপ্ত হইবে এবং অ্যাসিড মূলক সোডিয়ামের সঙ্গে যুক্ত হইয়া দ্রবণীয় সোডিয়াম লবণে পরিণত হইবে। ইহা ফিলটার করিয়া ফিলট্রেট বা পরিস্রুত দ্রবণ লইয়া তাহা **অ্যাসিটিক** অথবা লঘু **নাইট্রিক** অ্যাসিড দ্বারা **প্রশমিত** (neutralised) করিয়া সেই দ্রবণ লইয়া Cl^-, $SO_4^=$ ইত্যাদি অ্যাসিড মূলকের পরীক্ষা করা হয়। সালফাইড ($S^=$) অ্যাসিড মূলক পরীক্ষার জন্য নাইট্রিক অ্যাসিড দ্বারা প্রশমিত করার প্রয়োজন নাই।

3. ZnS জলে অদ্রবণীয়। উপরের পরীক্ষা পদ্ধতিতে ZnS-এর $S^=$ মূলকের পরীক্ষা পরিস্রুত দ্রবণের সাহায্যে করা যায় না।]

অজ্ঞাত লবণ সনাক্তকরণের নমুনা

(Indentification of unknown salt—A specimen)

নমুনা—1

[নিম্নলিখিতভাবে নোট খাতায় পরীক্ষার ফলাফল লিপিবদ্ধ করিতে হইবে।]

তারিখ.........

নমুনা নং (Sample No.).........

লবণের বর্ণ ও আকার: সাদা ও অনিয়তাকার।

দ্রবণীয়তা : জলে অদ্রবণীয় কিন্তু HCl-এ ফুটাইয়া এই লবণ দ্রবীভূত করা হইল।

1. ধাতব বা ক্ষারকীয় মূলক সনাক্তকরণ

A. শুষ্ক পরীক্ষা (Dry test)

পরীক্ষা (Experiment)	পর্যবেক্ষণ (Observation)	সিদ্ধান্ত (Inference)
1. উত্তাপন পরীক্ষা :	লবণ তপ্ত অবস্থায় আংশিক **লালাভ হলুদ** এবং শীতল অবস্থায় **সাদা**।	সম্ভবত Zn, Ca, Mg, বা Al
2. জারণ শিখায় চারকোল পরীক্ষা :	অবশেষ তপ্ত অবস্থায় আংশিক **হলুদ** এবং **লালাভ** ; শীতল অবস্থায় **সাদা**।	সম্ভবত Zn, Ca, Mg, বা Al
3. জারণ শিখায় কোবাল্ট নাইট্রেট পরীক্ষা	অবশেষের বর্ণ—আংশিক **সবুজ** এবং আংশিক **গোলাপী**।	সম্ভবত জিংক এবং ম্যাগনেসিয়াম
4. বিজারণ শিখায় চারকোল পরীক্ষা :	কোন দানা পাওয়া যায় না।	অনিশ্চিত।
5. সোহাগা-দানা পরীক্ষা :	লবণের কোন বর্ণ নাই বলিয়া সোহাগা-দানার পরীক্ষার প্রয়োজন নাই।	অনিশ্চিত।
6. শিখা পরীক্ষা।	বিশেষ লক্ষণীয় নয়।	অনিশ্চিত।

B. সিক্ত পরীক্ষা

পরীক্ষণীয় লবণ জলে অদ্রবণীয়। ইহা লঘু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডে ফুটাইয়া দ্রবীভূত ও পরিস্রুত করিয়া দ্রবণ তৈরী করা হইল।

<table>
<tr><td colspan="7">লঘু HCl-এ দ্রবীভূত দ্রবণ ঠাণ্ডা করা হইল এবং কোন অধঃক্ষেপ পড়িল না।</td></tr>
<tr><td rowspan="6">লেড মূলক (Pb^{++}) নাই।</td><td colspan="6">দ্রবণের অল্প পরিমাণ লইয়া গরম করা হইল এবং H_2S গ্যাস চালানো হইল, কোন অধঃক্ষেপ পড়িল না।</td></tr>
<tr><td rowspan="5">লেড ও কপার মূলক (Pb^{++} ও Cu^{++}) নাই।</td><td colspan="5">দ্রবণ ফুটাইয়া H_2S গ্যাস অপসারিত করিয়া তাহাতে কয়েক ফোঁটা ঘন HNO_3 ফেলিয়া দ্রবণ উত্তপ্ত করা হইল। পরে অতিরিক্ত পরিমাণ কঠিন NH_4Cl ও NH_4OH দ্রবণ ঢালা হইল। কোন অধঃক্ষেপ পড়িল না।</td></tr>
<tr><td rowspan="4">লোহা বা অ্যালুমিনিয়াম মূলক (Fe^{++}, Fe^{+++} ও Al^{+++}) নাই।</td><td colspan="4">দ্রবণে H_2S গ্যাস চালান হইল, সাদা অধঃক্ষেপ পড়িল এবং ফিল্‌টার করা হইল।</td></tr>
<tr><td rowspan="3">অধঃক্ষেপ
জিংক মূলক (Zn^{++}) বর্তমান।
অধঃক্ষেপ দ্রবীভূত করিয়া নিশ্চয়ক পরীক্ষা পরে করা হইল।</td><td colspan="3">পরিস্রুত : দ্রবণ ফুটাইয়া H_2S গ্যাস অপসারিত করিয়া অতিরিক্ত পরিমাণে $(NH_4)_2CO_3$ দ্রবণ ঢালা হইল। কোন অধঃক্ষেপ পড়িল না।</td></tr>
<tr><td rowspan="2">ক্যালসিয়াম মূলক (Ca^{++}) নাই।</td><td colspan="2">পরিস্রুত দ্রবণে অল্প পরিমাণে NH_4OH দ্রবণ মিশাইয়া Na_2HPO_4 দ্রবণ ঢালা হইল। ঝাঁকাইয়া গরম করিলে সাদা অধঃক্ষেপ পড়িল এবং ফিল্‌টার করা হইল।</td></tr>
<tr><td>অধঃক্ষেপ : ম্যাগনেসিয়াম মূলক (Mg^{++}) বর্তমান।
অধঃক্ষেপ দ্রবীভূত করিয়া নিশ্চয়ক পরীক্ষা পরে করা হইল।</td><td>পরিস্রুত : দ্রবণ ফেলিয়া দেওয়া হইল।</td></tr>
<tr><td>গ্রুপ—I</td><td>গ্রুপ—II</td><td>গ্রুপ—III-A</td><td>গ্রুপ—III-B</td><td>গ্রুপ—IV</td><td>গ্রুপ—V</td><td></td></tr>
</table>

C নির্ধারক বা নিশ্চয়ক পরীক্ষা (Confirmatory test)

(ক) চতুর্থ পরীক্ষায় যে অধঃক্ষেপ পাওয়া যায়, তাহা লঘু HCl-এ দ্রবীভূত করিয়া এক একটি পরীক্ষানলে কয়েক ml. করিয়া দ্রবণ লইয়া নিম্নলিখিত পরীক্ষা করিয়া জিংকের সনাক্তকরণ **নিশ্চিত বা নির্ধারিত** করা হইল :

পরীক্ষা (Experiment)	পর্যবেক্ষণ (Observation)	সিদ্ধান্ত (Inference)
1. পরীক্ষণীয় দ্রবণে ধীরে ধীরে NaOH দ্রবণ ঢালা হইল।	প্রথমে জিলেটিনের আকারে সাদা অধঃক্ষেপ $[Zn(OH)_2]$ পড়ে। অতিরিক্ত NaOH দ্রবণে দ্রবীভূত হইয়া যায়। $[Na_2ZnO_3]$	জিংক নির্ধারিত হইল।
2. শুষ্ক দানাদার NH_4Cl ও NH_4OH দ্রবণ মিশাইয়া পরীক্ষণীয় দ্রবণে H_2S গ্যাস চালানো হইল।	সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে। এই অধঃক্ষেপ—ZnS	জিংক নির্ধারিত হইল।
3. পরীক্ষণীয় দ্রবণে $K_4[Fe(CN)_6]$ অর্থাৎ পটাসিয়াম ফেরোসায়ানাইড দ্রবণ মিশানো হইল।	জিলেটিনের আকারে সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে। এই সাদা অধঃক্ষেপ জিংক ফেরোসায়ানাইড —$Zn_2[Fe(CN)_6]$	জিংক নির্ধারিত হইল।

(খ) (i) যে দ্রবণ চতুর্থ পরীক্ষার পরেও অবশিষ্ট থাকিবে তাহাতে NH_4Cl ও NH_4OH মিশাইয়া তাহার পরে এই দ্রবণে ডাই সোডিয়াম হাইড্রোজেন ফসফেট ঢালো এবং পরীক্ষা-নল ঝাঁকাও। **সাদা অধঃক্ষেপ** পড়িবে। ইহা ম্যাগনেসিয়াম অ্যামোনিয়াম ফসফেট $[Mg(NH_4)PO_4]$: ম্যাগনেসিয়াম নির্ধারিত হইল।

(ii) সাদা অধঃক্ষেপ পরিস্রুত করিয়া এবং অধঃক্ষেপ জারণ শিখায় কোবাল্ট নাইট্রেট শুষ্ক পরীক্ষা করা হইল। অবশেষের বর্ণ গোলাপী। **ম্যাগনেসিয়াম নির্ধারিত হইল।**

পরীক্ষার ফল (Result) : পরীক্ষণীয় লবণে ধাতব বা ক্ষারকীয় বা পজিটিভ মূলকদ্বয় Zn^{++} এবং Mg^{++}

II. অ্যাসিড মূলক সনাক্তকরণ

A. শুষ্ক পরীক্ষা (Dry test)

পরীক্ষা (Experiment)	পর্যবেক্ষণ (Observation)	সিদ্ধান্ত (Inference)
1. (i) পরীক্ষা-নলে শুষ্ক লবণ আংশিক পরিমাণে লইয়া লঘু HCl ঢালিয়া মিশ্রণ উত্তপ্ত করা হইল।	(i) নির্গত গ্যাস বর্ণহীন কিন্তু পচা ডিমের গন্ধযুক্ত। ইহা H_2S গ্যাসের গন্ধ।	সালফাইড ($S^=$) মূলক বর্তমান।
(ii) লেড অ্যাসিটেট দ্রবণে সিক্ত করিয়া এক টুকরা ফিলটার কাগজ পরীক্ষা নলের সামনে ধরা হইল।	(ii) নির্গত গ্যাসের সংস্পর্শে কাগজ কালো হইয়া যায়। কালো পদার্থ—PbS.	সালফাইড ($S^=$) মূলক বর্তমান।
2. পরীক্ষণীয় শুষ্ক লবণের একাংশ ঘন H_2SO_4 ঢালিয়া মিশ্রণ উত্তপ্ত করা হইল।	নির্গত গ্যাস পূর্বের পরীক্ষার ন্যায়।	সালফাইড ($S^=$) মূলক বর্তমান।
3. পরীক্ষণীয় লবণের একাংশে ঘন H_2SO_4 ও তামার কুচি মিশাইয়া উত্তপ্ত করা হইল।	কোন বাদামী বর্ণের গ্যাস নির্গত হয় না।	নাইট্রেট (NO_3^-) মূলক নাই।
4. পরীক্ষণীয় লবণ ঘন H_2SO_4 ও MnO_2 মিশাইয়া উত্তপ্ত করা হইল।	কোন বিশিষ্ট বর্ণের গ্যাস নাই।	ক্লোরাইড (Cl^-) মূলক নাই।

B. সিক্ত পরীক্ষা (Wet test)

দ্রবণ-প্রস্তুতির পরীক্ষায় দেখা যায় যে পরীক্ষণীয় দ্রবণ জলে অদ্রবণীয়। সুতরাং অ্যাসিড মূলকের সিক্ত-পরীক্ষা করার জন্য পরীক্ষণীয় লবণের সঙ্গে চারগুণ পরিমাণ Na_2CO_3 একত্র মিশাইয়া এবং জলে দ্রবীভূত করিয়া প্রায় দশ মিনিট কাল এই দ্রবণ ফুটান হইল। এই দ্রবণ ছাঁকিয়া পরিস্রুত তরল সংগ্রহ করা হইল। এখন এই দ্রবণ লইয়া নিম্নলিখিত পরীক্ষা করা হইল।

পরীক্ষা (Experiment)	পর্যবেক্ষণ (Observation)	সিদ্ধান্ত (Inference)
1. একাংশ পরীক্ষণীয় দ্রবণে NaOH মিশাইয়া (ক্ষারীয় করিয়া) সোডিয়াম নাইট্রোপ্রুসাইড দ্রবণ ঢালা হইল।*	দ্রবণ বেগুনী বর্ণে রূপান্তরিত হইল না।	অনিশ্চিত।
2. দ্রবণের একাংশে প্রথমে HNO_3 ঢালিয়া অতিরিক্ত Na_2CO_3 প্রশমিত করিয়া ইহাতে $AgNO_3$ দ্রবণ ঢালা হইল।	কোন অধঃক্ষেপ পড়ে না।	ক্লোরাইড Cl^- মূলক নাই।

[*দ্রষ্টব্য : উপরের পরীক্ষায় ZnS সোডিয়াম কার্বনেটের সঙ্গে বিক্রিয়ায় Na_2S গঠিত হয় না, কারণ, ZnS, $ZnCO_3$-র চেয়ে বেশী অদ্রবণীয়। তাই নাইট্রোপ্রুসাইডের এই পরীক্ষাটি অন্যান্য সালফাইডের ক্ষেত্রে প্রযোজ্য হইলেও ZnS-এর ক্ষেত্রে প্রযোজ্য নয়।]

পরীক্ষা (Experiment)	পর্যবেক্ষণ (Observation)	সিদ্ধান্ত (Inference)
3. দ্রবণের একাংশ লঘু HCl দ্বারা প্রশমিত করিয়া উহাতে $BaCl_2$ দ্রবণ ঢালা হইল।	কোন অধঃক্ষেপ পড়ে না।	সালফেট ($SO_4^=$) মূলক নাই।
4. মূল লবণ জলে দ্রবীভূত হয় না।	জলে অদ্রবণীয়।	নাইট্রেট (NO_3^-) মূলক নাই।
5. একটি পরীক্ষা-নলে কিছু লবণ লইয়া ইহাতে লঘু HCl মিশাইয়া উত্তপ্ত করা হইল। নির্গত গ্যাস NaOH দ্রবণের মধ্যে চালাইয়া সোডিয়াম নাইট্রো-প্রুসাইড দ্রবণ মিশান হইল।	দ্রবণ বেগুনী বর্ণে রূপান্তরিত হইল।	সালফাইড ($S^=$) মূলক বর্তমান।

পরীক্ষার ফল ঃ পরীক্ষণীয় লবণের অ্যাসিড মূলক—সালফাইড, $S^=$

পরীক্ষায় পাওয়া গেল,

ক্ষারকীয় মূলক জিংক—Zn^{++} এবং ম্যাগনেসিয়াম—Mg^{++} ; অ্যাসিড মূলক—সালফাইড, $S^=$

নমুনা—2

তারিখ······ নমুনা নং······

লবণের বর্ণ ও আকার ঃ সবুজাভ বর্ণের দানাদার তথা নিয়তাকার লবণ।

দ্রবণীয়তা ঃ জলে দ্রবণীয়।

I. ধাতব বা ক্ষারকীয় মূলক সনাক্তকরণ

A. শুষ্ক পরীক্ষা

পরীক্ষা (Experiment)	পর্যবেক্ষণ (Observation)	সিদ্ধান্ত (Inference)
1. উত্তাপন পরীক্ষা	উত্তাপের ফলে অবশেষের বর্ণ কালো দেখায়।	Cu বা Fe যোগ হইতে পারে।
2. জারণ শিখায় চারকোল পরীক্ষা।	লবণের বর্ণ উত্তাপে উজ্জল এবং বাদামী দেখায়।	Fe, Al, Mg বা Ca যৌগ হইতে পারে।
3. জারণ শিখায় কোবাল্ট নাইট্রেট পরীক্ষা।	লবণ বর্ণহীন নয় বলিয়া এই পরীক্ষা করা হইল না।	অনিশ্চিত।
4. বিজারণ শিখায় চারকোল পরীক্ষা।	কালো বর্ণের শক্ত অবশেষ। ইহা চুম্বকে আকর্ষিত হয়।	সম্ভবত একটি মূলক লোহা (Fe)
5. শিখা পরীক্ষা।	বিশেষ কোন বর্ণ পরিলক্ষিত হয় না।	সম্ভবত ক্যালসিয়াম (Ca), কপার (Cu) লেড (Pb) মূলক নাই।
6. সোহাগা দানার পরীক্ষা।	দানাটির বর্ণ হাল্কা সবুজ এবং স্বচ্ছ।	সম্ভবতঃ একটি মূলক লোহা (Fe)।

B. সিক্ত পরীক্ষা

দ্রবণীয়তা ঃ লবণ জলে দ্রবীভূত করিয়া সবুজাভ স্বচ্ছ দ্রবণ তৈরী করা হইল এবং এই দ্রবণ পরীক্ষা-নলে লইয়া নিম্নলিখিত পদ্ধতিতে সিক্ত পরীক্ষা করা হইল।

<table>
<tr><td colspan="6">লবণের জলীয় দ্রবণ অল্প পরিমাণ পরীক্ষা নলে লইয়া তাহাতে লঘু HCl ঢালা হইল, কোন অধঃক্ষেপ পড়িল না।</td></tr>
<tr><td rowspan="5">লেড মূলক (Pb^{++}) নাই।</td><td colspan="5">দ্রবণের অল্প পরিমান লইয়া গরম করা হইল এবং H_2S গ্যাস চালানো হইলে কোন অধঃক্ষেপ পড়িল না।</td></tr>
<tr><td rowspan="4">লেড ও কপার মূলক (Pb^{++}ও Cu^{++}) নাই।</td><td colspan="4">দ্রবণ ফুটাইয়া H_2S গ্যাস অপসারিত করিয়া তাহাতে কয়েক ফোঁটা ঘন HNO_3 ফেলিয়া দ্রবণ উত্তপ্ত করা হইল। পরে অতিরিক্ত পরিমাণে কঠিন NH_4Cl ও NH_4OH দ্রবণ ঢালা হইল। বাদামী বর্ণের অধঃক্ষেপ পড়িল এবং ফিলটার করা হইল।</td></tr>
<tr><td rowspan="3">অধঃক্ষেপ ঃ লোহা বা/ও অ্যালুমিনিয়াম মূলক (Fe^{+++} বা/ও Al^{+++}) বর্তমান।
অধঃক্ষেপ পরে বিশ্লেষণ করা হইল।</td><td colspan="3">পরিস্রুত ঃ দ্রবণে H_2S গ্যাস চালান হইল এবং কোন অধঃক্ষেপ পড়িল না।</td></tr>
<tr><td rowspan="2">জিংক মূলক (Zn^{++}) নাই।</td><td colspan="2">দ্রবণ ফুটাইয়া H_2S গ্যাস অপসারিত করিয়া অতিরিক্ত পরিমাণে $(NH_4)_2CO_3$ দ্রবণ ঢালা হইল। কোন অধঃক্ষেপ পড়িল না।</td></tr>
<tr><td>ক্যালসিয়াম মূলক (Ca^{++}) নাই।</td><td>দ্রবণে অল্প পরিমাণে NH_4OH মিশাইয়া Na_2HPO_4 দ্রবণ ঢাল। কোন অধঃক্ষেপ পড়িল না।
দ্রবণে ম্যাগনেসিয়াম মূলক (Mg^{++}) নাই</td></tr>
<tr><td>গ্রুপ—I</td><td>গ্রুপ—II</td><td>গ্রুপ—III-A</td><td>গ্রুপ—III-B</td><td>গ্রুপ—IV</td><td>গ্রুপ—V</td></tr>
</table>

C. গ্রুপ IIIA-এর অধঃক্ষেপ বিশ্লেষণ :

বাদামী বর্ণের অধঃক্ষেপের মধ্যে ফেরিক(Fe^{+++})বা/এবং অ্যালুমিনিয়াম (Al^{+++}) মূলক থাকিতে পারে (যদি মূল লবণে ফেরাস মূলক থাকে তবে ঘন HNO_3 দ্বারা উত্তাপের ফলে ফেরিক লবণে রূপান্তরিত হয়)। ঐ অধঃক্ষেপে একটু অধিক পরিমাণ NaOH ঢালিয়া উত্তপ্ত করিয়া ফিল্টার করা হইল।

অধঃক্ষেপ : এই অধঃক্ষেপ লঘু HCl দ্বারা দ্রবীভূত করিয়া পটাসিয়াম ফেরোসায়ানাইড দ্রবণ ঢালা হইল। নীল বর্ণের অধঃক্ষেপ পড়িল। ইহাতে প্রমাণিত হয় বাদামী অধঃক্ষেপ $Fe(OH)_3$।	**ফিলট্রেট :** এই পরিস্রুত দ্রবণে অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইডের (NH_4Cl) দানা দিয়া উত্তপ্ত করা হইল। ইহাতে সাদা আঠালো অধঃক্ষেপ পড়িল। অতএব দ্রবণে নিশ্চিত রূপে অ্যালুমিনিয়াম (Al^{+++}) মূলক বর্তমান।

D. ফেরাস (Fe^{++}) বা ফেরিক (Fe^{+++}) মূলকের নিশ্চয়ক পরীক্ষা :

দ্রবণে ফেরাস বা ফেরিক মূলকদ্বয়ের মধ্যে কোনটি বর্তমান তাহা সঠিকভাবে জানিবার জন্য মূল দ্রবণ লইয়া নিম্নোক্ত পরীক্ষা করা হইল। [121 পৃষ্ঠা দ্রষ্টব্য]

পরীক্ষা (Experiment)	পর্যবেক্ষণ (Observation)	সিদ্ধান্ত (Inference)
(i) দ্রবণের এক অংশে পটাসিয়াম ফেরোসায়ানাইড দ্রবণ ঢালা হইল।	ফিকে নীল বর্ণের অধঃক্ষেপ পড়িল।	নিশ্চিত রূপে ফেরাস (Fe^{++}) মূলক।
(ii) দ্রবণের আর এক অংশে পটাসিয়াম ফেরিসায়ানাইড দ্রবণ ঢালা হইল।	গাঢ় নীলবর্ণের অধঃক্ষেপ পড়ে।	নিশ্চিত রূপে ফেরাস (Fe^{++}) মূলক বর্তমান।
(iii) দ্রবণের বাকি অংশে অ্যামোনিয়া দ্রবণ (NH_4OH) ঢালা হইল।	সবুজাভ সাদা অধঃক্ষেপ পড়িল।	নিশ্চিত রূপে ফেরাস (Fe^{++}) মূলক আছে।

E. অ্যালুমিনিয়ামের নিশ্চয়ক পরীক্ষা :

উপরের তৃতীয় পরীক্ষায় প্রাপ্ত অধঃক্ষেপ পরিস্রুত করিয়া HCl-এ দ্রবীভূত করা হইল :

পরীক্ষা (Experiment)	পর্যবেক্ষণ (Observation)	সিদ্ধান্ত (Inference)
1. দ্রবীভূত অধঃক্ষেপের এই দ্রবণে NH_4OH ঢালা হইল। যতক্ষণ পর্যন্ত দ্রবণে ক্ষার ধর্ম (alkaline) প্রকাশ না পায় ততক্ষণ পর্যন্ত ফোঁটা ফোঁটা করিয়া NH_4OH ঢালা হইল এবং অধঃক্ষেপ পড়া সম্পূর্ণ হইলে NH_4OH ঢালা বন্ধ করা হইল।	সাদা অধঃক্ষেপ $[Al(OH)_3]$ পড়ে ; ইহা উত্তপ্ত করিয়া ফুটাইলে জিলেটিনের আকারে সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে।	দ্রবণে অ্যালুমিনিয়াম মূলক (Al^{+++}) বর্তমান।
2. সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড (NaOH) দ্রবণ : (i) প্রথমে অল্প পরিমাণে NaOH দ্রবণ মিশান হইল। (ii) পরে অতিরিক্ত পরিমাণে NaOH দ্রবণ মিশান হইল।	অল্প পরিমাণে NaOH মিশাইবার ফলে প্রথমে সাদা অধঃক্ষেপ $[Al(OH)_3]$ পড়ে। অতিরিক্তNaOH দ্রবণে এই অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রক্সাইড দ্রবীভূত হইয়া সোডিয়াম অ্যালুমিনেটের $(NaAlO_2)$ স্বচ্ছ দ্রবণ গঠিত হয়।	দ্রবণে Al মূলক বর্তমান

পরীক্ষার ফল : সুতরাং পরীক্ষণীয় লবণে ধাতব মূলকরূপে ফেরাস $(Fe)^{++}$ এবং অ্যালুমিনিয়াম (Al^{+++}) বর্তমান।

II. অ্যাসিড মূলকের পরীক্ষা

A. শুষ্ক পরীক্ষা

পরীক্ষা (Experiment)	পর্যবেক্ষণ (Observation)	সিদ্ধান্ত (Inference)
1. শুষ্ক লবণে লঘু H_2SO_4 ঢালিয়া উত্তপ্ত করা হইল।	কোন গ্যাস নির্গত হয় না।	কার্বনেট ($CO_3^=$) ও সালফাইড ($S^=$) মূলক নাই।
2. শুষ্ক লবণে **ঘন** H_2SO_4 মিশাইয়া উত্তপ্ত করা হইল।	কোন গ্যাস নির্গত হয় না।	ক্লোরাইড মূলক (Cl^-) নাই।
3. শুষ্ক লবণে **ঘন** H_2SO_4 ও Cu-কুচি মিশাইয়া উত্তপ্ত করা হইল।	বাদামী রঙের গ্যাস নির্গত হয় না।	নাইট্রেট মূলক (NO_3^-) নাই।

B. সিক্ত পরীক্ষা

দ্রবণ ঃ লবণ জলে দ্রবীভূত করিয়া সেই দ্রবণ লইয়া নীচের পরীক্ষাগুলি সম্পূর্ণ করা হইল।

1. পরীক্ষণীয় দ্রবণে $AgNO_3$ দ্রবণ ঢালা হইল।	সামান্য সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে (Ag_2SO_4) ; ইহা লঘু HNO_3-তে দ্রবীভূত হয়।	ক্লোরাইড মূলক (Cl^-) নাই।
2. পরীক্ষণীয় দ্রবণে সদ্য প্রস্তুত সোডিয়াম নাইট্রো-প্রুসাইড দ্রবণ ঢালা হইল।	দ্রবণের বর্ণান্তর ঘটে না।	সালফাইড মূলক ($S^=$) নাই।
3. পরীক্ষণীয় দ্রবণে $BaCl_2$ ঢালা হইল।	**ঘন সাদা** অধঃক্ষেপ পড়ে। এই অধঃক্ষেপ ঘন বা লঘু HCl-এ দ্রবণীয় নয়।	দ্রবণে সালফেট মূলক ($SO_4^=$) বর্তমান।
4. বলয় পরীক্ষা	কোন বলয় গঠিত হয় না।	নাইট্রেট মূলক (NO_3^-) নাই।

পরীক্ষার ফল ঃ ধাতব বা ক্ষারকীয় মূলক—ফেরাস (Fe^{++}) এবং অ্যালুমিনিয়াম (Al^{+++}) ; অ্যাসিড মূলক—সালফেট ($SO_4^=$)

নমুনা—3

নমুনা নং·········

তারিখ···········

লবণের বর্ণ ও আকার ঃ নীলাভ সাদা বর্ণের দানাদার তথা নিয়তাকার লবণ

দ্রবণীয়তা ঃ জলে দ্রবণীয়।

I. ধাতব বা ক্ষারকীয় মূলকের সনাক্তকরণ

A. শুষ্ক পরীক্ষা

পরীক্ষা (Experiment)	পর্যবেক্ষণ (Observation)	সিদ্ধান্ত (Inference)
1. উত্তাপন পরীক্ষা।	তপ্ত অবস্থায় এবং শীতল অবস্থায় **কালো** দেখায়।	Cu যৌগ হইতে পারে।
2. জারণ শিখায় চারকোল পরীক্ষা।	অবশেষের বর্ণ **কালো** দেখায় এবং চতুর্দিকে **হলুদ** বর্ণ দেখা যায়।	Pb, Fe ও Cu যৌগ হইতে পারে।
3. বিজারণ শিখায় চারকোল পরীক্ষা।	**লালচে** বর্ণের অবশেষ এবং **রূপালী** দানা পাওয়া যায়। রূপালী দানা লইয়া সাদা কাগজে দাগ দিলে পেন্সিলের ন্যায় দাগ পড়ে।	Cu ও Pb যৌগ হইতে পারে।
4. শিখা পরীক্ষা।	নীলাভ সবুজ বর্ণের শিখা দেখা যায়।	Cu যৌগ হইতে পারে।
5. সোহাগা দানার পরীক্ষা।	দানার বর্ণ লাল এবং দেখিতে অস্বচ্ছ।	Cu যৌগ হইতে পারে।

B. সিক্ত পরীক্ষা

লবণের জলীয় দ্রবণ অল্প পরিমাণ পরীক্ষা নলে লইয়া লঘু HCl ঢালা হইল। সাদা অধঃক্ষেপ পড়িল এবং ফিল্‌টার করা হইল।

ঃক্ষেপ ঃ লেড মূলক (Pb^{++}) বর্তমান। অধঃক্ষেপ দ্রবীভূত করিয়া নিশ্চয়ক পরীক্ষা করা হইল।	**পরিস্রুত ঃ** দ্রবণের অল্প পরিমাণ লইয়া গরম করা হইল এবং H_2S গ্যাস চালান হইল, প্রচুর কালো অধঃক্ষেপ পড়িল এবং ফিল্‌টার করা হইল।				
	অধঃক্ষেপ ঃ লেড ও/বা কপার মূলক $(Pb^{++}$ ও/ বা $Cu^{++})$ বর্তমান। অধঃক্ষেপ পরে বিশ্লেষণ করা হইল।	**পরিস্রুত ঃ** দ্রবণ ফুটাইয়া H_2S গ্যাস অপসারিত করিয়া তাহাতে কয়েক ফোঁটা ঘন HNO_3 ফেলিয়া দ্রবণ উত্তপ্ত করা হইল। পরে অতিরিক্ত পরিমাণে কঠিন NH_4Cl ও NH_4O দ্রবণ ঢালা হইল। কোন অধঃক্ষেপ পড়িল না।			
		লোহা ও অ্যালুমিনিয়াম মূলক $(Fe^{+++}$ ও $Al^{+++})$ নাই।	দ্রবণে H_2S গ্যাস চালান হইল এবং কোন অধঃক্ষেপ পড়িল না।		
			জিংক মূলক (Zn^{++}) নাই।	দ্রবণ ফুটাইয়া H_2S গ্যাস অপসারিত করিয়া অতিরিক্ত পরিমাণে $(NH_4)_2CO_3$ দ্রবণ ঢালা হইল এবং কোন অধঃক্ষেপ পড়িল না।	
				ক্যালসিয়াম মূলক (Ca^{++}) নাই।	দ্রবণে অল্প পরিমাণে NH_4OH দ্রবণ মিশাইয়া Na_2HPO_4 দ্রবণ ঢালা হইল। কোন অধঃক্ষেপ পড়িল না। দ্রবণে ম্যাগনেসিয়াম মূলক (Mg^{++}) নাই।
গ্রুপ—I	গ্রুপ—II	গ্রুপ—III-A	গ্রুপ—III-B	গ্রুপ—III-B	গ্রুপ—V

C. লেড ও কপারের নিশ্চয়ক পরীক্ষা

কালো অধঃক্ষেপ (PbS বা/এবং CuS) লঘু HNO_3 অ্যাসিডে উত্তপ্ত করিয়া দ্রবীভূত করিয়া নিম্নলিখিত পরীক্ষাগুলি করা হইল।

পরীক্ষা (Experiment)	পর্যবেক্ষণ (Observation)	সিদ্ধান্ত (Inference)
1. অধঃক্ষেপের দ্রবীভূত দ্রবণের এক অংশে পটাসিয়াম ফেরোসায়ানাইড $[K_3Fe(CN)_6]$ দ্রবণ ঢালা হইল।	মেটে লাল অধঃক্ষেপ পড়ে।	দ্রবণে Cu মূলক বর্তমান
2. অপর অংশে NH_4OH অ্যাসেটিক অ্যাসিড ও পটাসিয়াম ক্রোমেট (K_2CrO_4) দ্রবণ ঢালা হইল।	হলুদ অধঃক্ষেপ পড়ে।	দ্রবণে Pb মূলক বর্তমান

পরীক্ষার ফল : পরীক্ষণীয় লবণের ধাতব বা ক্ষারকীয় মূলক কপার (Cu^{++}) ও লেড (Pb^{++})।

II. অ্যাসিড মূলকের সনাক্তকরণ

A. শুষ্ক পরীক্ষা (Dry test)

পরীক্ষা (Experiment)	পর্য-বক্ষণ (Observation)	সিদ্ধান্ত (Inference)
1. পরীক্ষা নলে শুষ্ক লবণ লইয়া লঘু H_2SO_4 ঢালিয়া উত্তপ্ত করা হইল।	কোন গ্যাস নির্গত হয় না।	কার্বনেট ($CO_3^=$) বা সালফাইড ($S^=$) মূলক নাই।
2. শুষ্ক লবণে ঘন H_2SO_4 মিশাইয়া উত্তপ্ত করা হইল।	বাদামী বর্ণের গ্যাস নির্গত হয়।	নাইট্রেট (NO_3^-) মূলক হইতে পারে।
3. শুষ্ক লবণে ঘন H_2SO_4 ও Cu-কুচি মিশাইয়া উত্তপ্ত করাহইল	বাদামী রঙের গ্যাস নির্গত হয় না।	নাইট্রেট (NO_3^-) মূলক হইতে পারে।
4. পরীক্ষণীয় লবণ ঘন H_2SO_4 ও MnO_2 মিশাইয়া উত্তপ্ত করা হইল।	হরিদ্রাভ সবুজ বর্ণের গ্যাস নির্গত হয় না।	ক্লোরাইড (Cl^-) মূলক নাই।

B. সিক্ত পরীক্ষা

দ্রবণ: লবণ জলে দ্রবীভূত করিয়া সেই দ্রবণ লইয়া নীচের পরীক্ষাগুলি করা হইল।

1. পরীক্ষণীয় দ্রবণে $AgNO_3$ দ্রবণ ঢালা হইল।	কোন অধঃক্ষেপ পড়ে না।	Cl^-, $CO_3^=$ মূলক নাই।
2. পরীক্ষণীয় দ্রবণে সদ্য প্রস্তুত সোডিয়াম নাইট্রোপ্রুসাইড দ্রবণঢালাহইল।	দ্রবণের বর্ণান্তর ঘটে না।	সালফাইড ($S^=$) মূলক নাই।
3. পরীক্ষণীয় দ্রবণে $BaCl_2$ ঢালা হইল।	কোন অধঃক্ষেপ পড়ে না।	সালফেট ($SO_4^=$) মূলক নাই।
4. বলয় পরীক্ষা করা হইল।	বাদামী রঙের বলয় গঠিত হয়।	নাইট্রেট (NO_3^-) মূলক বর্তমান।

পরীক্ষার ফল : সুতরাং পরীক্ষণীয় লবণে ধাতব বা ক্ষারকীয় মূলকরূপে লেড (Pb^{++}) ও কপার (Cu^{++}) এবং অ্যাসিড মূলকরূপে নাইট্রেট (NO_3^-) বর্তমান।

নমুনা—4

তারিখ......... **নমুনা নং.........**

লবণের বর্ণ ও আকার : হাল্‌কা সবুজ বর্ণের দানাদার তথা নিয়তাকার লবণ।

দ্রবণীয়তা : জলে অদ্রবণীয় কিন্তু লঘু HCl-এ দ্রবীভূত হয়।

I. ধাতব মূলকের সনাক্তকরণ

A. শুষ্ক পরীক্ষা (Dry test)

পরীক্ষা (Experiment)	পর্যবেক্ষণ (Observation)	সিদ্ধান্ত (Inference)
1. উত্তাপন পরীক্ষা	তপ্ত করিলে কালো হয়।	Cu-যৌগ হইতে পারে।
2. জারণ শিখায় চারকোল পরীক্ষা।	অবশেষের বর্ণ কালো দেখায়।	Cu-যৌগ হইতে পারে।
3. জারণ শিখায় কোবাল্ট নাইট্রেট পরীক্ষা।	লবণ বর্ণহীন নয় বলিয়া এই পরীক্ষা করা হইল না।	অনিশ্চিত।
4. বিজারণ শিখায় চারকোল পরীক্ষা।	লালবর্ণের আঁশ পাওয়া যায়।	Cu-যৌগ হইতে পারে।
5. শিখা পরীক্ষা।	লালাভ সবুজ বর্ণের শিখা দেখা যায়।	Cu ও Ca যৌগ হইতে পারে।
6. সোহাগাদানার পরীক্ষা।	দানার বর্ণ লাল এবং দেখিতে অস্বচ্ছ।	Cu-যৌগ হইতে পারে।

B. সিক্ত পরীক্ষা

দ্রবণীয়তা : লবণ লঘু HCl-এ দ্রবীভূত করিয়া হাল্‌কা সবুজ বর্ণের স্বচ্ছ দ্রবণ তৈরী করা হইল এবং এই দ্রবণ পরীক্ষানলে লইয়া নিম্নপদ্ধতিতে সিক্ত পরীক্ষা করা হইল।

লঘু HCl-এ দ্রবীভূত দ্রবণ ঠাণ্ডা করা হইল। কোন অধঃক্ষেপ পড়িল না।

লেড মূলক (Pb^{++}) নাই।	অল্প পরিমাণ দ্রবণ লইয়া গরম করা হইল এবং উহার ভিতর H_2S গ্যাস চালান হইল। কালো অধঃক্ষেপ পড়িল। অধঃক্ষেপ ফিল্টার করা হইল।				
	অধঃক্ষেপ : লেড বা কপার মূলক (Pb^{++} ও/বা Cu^{++}) বর্তমান। অধঃক্ষেপ বিশ্লেষণ পরবর্তী চার্ট অনুযায়ী করা হইল।	**পরিস্রুত :** দ্রবণ ফুটাইয়া H_2S গ্যাস অপসারিত করিয়া তাহাতে কয়েক ফোঁটা ঘন HNO_3 ফেলিয়া দ্রবণ উত্তপ্ত করা হইল। পরে অতিরিক্ত পরিমাণে কঠিন NH_4Cl ও NH_4OH দ্রবণ মিশান হইল। কোন অধঃক্ষেপ পড়িল না।			
		লোহার বা অ্যালুমিনিয়ামের (Fe^{+++} ও Al^{+++}) মূলক নাই।	দ্রবণে H_2S গ্যাস চালান হইল। কোন অধঃক্ষেপ পড়িল না।		
			জিংক মূলক (Zn^{++}) নাই।	পরিস্রুত দ্রবণ ফুটাইয়া H_2S গ্যাস অপসারিত করিয়া অতিরিক্ত পরিমাণ ঘন NH_4CO_3 দ্রবণ ঢালা হইল। সাদা অধঃক্ষেপ পড়িল ও ফিল্টার করা হইল।	
				অধঃক্ষেপ : দ্রবণে ক্যালসিয়াম মূলক (Ca^{++}) বর্তমান অধঃক্ষেপ দ্রবীভূত করিয়া নিশ্চয়ক পরীক্ষা পরে করা হইল।	**পরিস্রুত :** দ্রবণে অল্প পরিমাণে NH_4OH দ্রবণ মিশাইয়া Na_2HPO_4 দ্রবণ ঢালা হইল। কোন অধঃক্ষেপ পড়িল না। দ্রবণে ম্যাগনেসিয়াম মূলক (Mg^{++}) নাই।
গ্রুপ—I	গ্রুপ—II	গ্রুপ—III-A	গ্রুপ—III-B	গ্রুপ—IV	গ্রুপ—V

C. গ্রুপ II-এর অধঃক্ষেপ বিশ্লেষণ

কালো অধঃক্ষেপ (PbS বা/এবং CuS) লঘু HNO_3 অ্যাসিডে উত্তপ্ত ও দ্রবীভূত করিয়া নিম্নলিখিত পরীক্ষাগুলি করা হইল।*

পরীক্ষা (Experiment)	পর্যবেক্ষণ (Observation)	সিদ্ধান্ত (Inference)
1. অধঃক্ষেপের দ্রবীভূত দ্রবণের এক অংশে পটাসিয়াম ফেরোসায়ানাইড $[K_3Fe(CN)_6]$ দ্রবণ ঢালা হইল।	বাদামী চকোলেট বর্ণের অধঃক্ষেপ পড়িল।	দ্রবণে Cu-মূলক বর্তমান।
2. অপর অংশে NH_4OH দ্রবণ ঢালিয়া দ্রবণকে প্রশমিত করিয়া অ্যাসেটিক অ্যাসিড দ্বারা আম্লিক করা হইল এবং পরে পটাসিয়াম ক্রোমেট (K_2CrO_4) দ্রবণ ঢালা হইল।	হলুদ বর্ণের অধঃক্ষেপ পড়িল না।	দ্রবণে Pb-মূলক নাই।

* লঘু নাইট্রিক অ্যাসিডে দ্রবীভূত অধঃক্ষেপের বর্ণ নীল হওয়ায় দ্রবণে Cu-মূলক বর্তমান। লবণ লঘু HCl-এ দ্রবীভূত করিয়া ঠাণ্ডা করিলেও কোন সাদা অধঃক্ষেপ না পড়ায় দ্রবণে Pb-মূলক থাকিতে পারে না।

D. ক্যালসিয়ামের (Ca) নিশ্চয়ক পরীক্ষা :

সাদা অধঃক্ষেপ অ্যাসেটিক অ্যাসিডে দ্রবীভূত করিয়া নিম্নের পরীক্ষা করা হইল।

পরীক্ষা (Experiment)	পর্যবেক্ষণ (Observation)	সিদ্ধান্ত (Inference)
1. এই অধঃক্ষেপ লইয়া শিখা পরীক্ষা করা হইল।	লালবর্ণের শিখা দেখা গেল।	অধঃক্ষেপে ক্যালসিয়াম মূলক (Ca^{++}) বর্তমান।
2. অধঃক্ষেপ দ্রবীভূত দ্রবণে অ্যামোনিয়াম অক্জালেট দ্রবণ ঢালা হইল।	সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে। ইহাতে অ্যাসেটিক অ্যাসিড ঢাল—অধঃক্ষেপ অদ্রবীভূত থাকে।	দ্রবণে ক্যালসিয়াম (Ca^{++}) মূলক বর্তমান।

পরীক্ষার ফল: পরীক্ষণীয় লবণের ধাতব মূলক কপার (Cu^{++}) ও ক্যালসিয়াম (Ca^{++})।

II. অ্যাসিড মূলকের সনাক্তকরণ

A. শুষ্ক পরীক্ষা (Dry test)

পরীক্ষা (Experiment)	পর্যবেক্ষণ (Observation)	সিদ্ধান্ত (Inference)
1. পরীক্ষা নলে শুষ্ক লবণ লইয়া লঘু H_2SO_4 ঢালিয়া উত্তপ্ত করা হইল।	বর্ণহীন ও গন্ধহীন গ্যাস বাহির হয়। ইহা চুনের জলকে প্রথমে ঘোলা করে ও পরে অধিক পরিমাণে গ্যাস চালনার ফলে চুনের জল আবার স্বচ্ছ হইয়া যায়।	কার্বনেট মূলক ($CO_3^{=}$) বর্তমান। সালফাইড মূলক নাই।
2. শুষ্ক লবণে ঘন H_2SO_4 মিশাইয়া উত্তপ্ত করা হইল।	1নং পরীক্ষার ন্যায় গ্যাস বাহির হইল।	কার্বনেট মূলক ($CO_3^{=}$) বর্তমান।
3. শুষ্ক লবণে ঘন H_2SO_4 ও Cu কুচি মিশাইয়া উত্তপ্ত করা হইল।	বাদামী বর্ণের গ্যাস বাহির হয় না।	নাইট্রেট মূলক (NO_3^{-}) নাই।
4. শুষ্ক লবণে ঘন H_2SO_4 ও MnO_2 মিশাইয়া উত্তপ্ত করা হইল।	তীব্রগন্ধযুক্ত সবুজাভ হলুদ বর্ণের গ্যাস বাহির হয় না।	ক্লোরাইড মূলক (Cl^{-}) নাই।

B. সিক্ত পরীক্ষা (Wet test)

পরীক্ষা (Experiment)	পর্যবেক্ষণ (Observation)	সিদ্ধান্ত (Inference)
1. লবণের HCl দ্রবণের প্রায় 3 ml. লইয়া তাহার সহিত $BaCl_2$ দ্রবণ মিশান হইল।	কোন অধঃক্ষেপ পড়ে না।	সালফেট মূলক ($SO_4^=$) নাই।
2. বলয় পরীক্ষা	কোন বলয় গঠিত হয় না।	নাইট্রেট মূলক (NO_3^-) নাই।

পরীক্ষার ফল: ধাতবমূলক—কপার (Cu^{++}) ও ক্যালসিয়াম (Ca^{++}) এবং অ্যাসিডমূলক—কার্বনেট ($CO_3^=$)।

নমুনা—5

তারিখ······ নমুনা······

লবণের বর্ণ ও আকার : বাদামী বর্ণের দানাদার লবণ।

দ্রবণীয়তা : জলে আংশিক দ্রবণীয় ও দ্রবণ বর্ণহীন এবং অবশেষ বাদামী কিন্তু লঘু HCl-এ সম্পূর্ণ দ্রবীভূত হয়।

I. ধাতব মূলকের সনাক্তকরণ

A. শুষ্ক পরীক্ষা (Dry test)

পরীক্ষা (Experiment)	পর্যবেক্ষণ (Observation)	সিদ্ধান্ত (Inference)
1. উত্তাপন পরীক্ষা।	পরীক্ষানলের শীতলস্থানে জলবিন্দু দেখা যায় ও লবণ বাদামী বর্ণের থাকিয়া যায়।	জলীয় লবণ এবং সম্ভবত লোহার লবণ।
2. জারণ শিখায় চারকোল পরীক্ষা।	বাদামী অবশেষ পাওয়া গেল।	সম্ভবত লৌহ যৌগ।
3. জারণ শিখায় কোবাল্ট নাইট্রেট পরীক্ষা।	লবণ বর্ণহীন নয় বলিয়া এই পরীক্ষা করা হইল না।	অনিশ্চিত।
4. বিজারণ শিখায় চারকোল পরীক্ষা।	কালো অবশেষ পাওয়া গেল এবং অবশেষ চুম্বকে আকৃষ্ট হয়।	খুব সম্ভব লৌহ যৌগ।
5. শিখা পরীক্ষা।	বিশেষ কোন বর্ণ পরিলক্ষিত হইল না।	অনিশ্চিত।
6. সোহাগা দানার পরীক্ষা।	জারণ শিখায় দানার বর্ণ হলুদ এবং বিজারণ শিখায় দানার বর্ণ গাঢ় সবুজ (bottle green)।	খুব সম্ভব লৌহ যৌগ।

B. সিক্ত পরীক্ষা (Wet test)

দ্রবণীয়তা ঃ লবণ লঘু HCl-এ দ্রবীভূত করিয়া হলুদ বর্ণের স্বচ্ছ দ্রবণ তৈরী করা হইল এবং ঐ দ্রবণ পরীক্ষা নলে লইয়া নিম্নলিখিত পদ্ধতিতে সিক্ত পরীক্ষা করা হইল।

<table>
<tr><td colspan="6">লঘু HCl-এ দ্রবীভূত দ্রবণ ঠাণ্ডা করা হইল এবং কোন অধঃক্ষেপ পড়িল না।</td></tr>
<tr><td rowspan="5">লেড মূলক (Pb^{++}) নাই।</td><td colspan="5">দ্রবণের অল্প পরিমাণ লইয়া গরম করা হইল এবং H_2S গ্যাস চালান হইল। কোন অধঃক্ষেপ পড়িল না।</td></tr>
<tr><td rowspan="4">লেড ও কপার মূলক (Pb^{++} ও Cu^{++}) নাই।</td><td colspan="4">দ্রবণ ফুটাইয়া H_2S গ্যাস অপসারিত করিয়া তাহাতে কয়েক ফোঁটা ঘন HNO_3 ফেলিয়া দ্রবণ উত্তপ্ত করা হইল। পরে অতিরিক্ত পরিমাণে কঠিন NH_4Cl ও NH_4OH দ্রবণ ঢালা হইল। বাদামী বর্ণের অধঃক্ষেপ পড়িল এবং ফিলটার করা হইল।</td></tr>
<tr><td rowspan="3">অধঃক্ষেপ ঃ লোহার বা/ও অ্যালুমিনিয়াম মূলক (Fe^{+++} বা/ও Al^{+++}) বর্তমান। অধঃক্ষেপ পরে বিশ্লেষণ করা হইল।</td><td colspan="3">পরিস্রুত ঃ দ্রবণে H_2S গ্যাস চালান হইল। সাদা অধঃক্ষেপ পড়িল এবং ফিলটার করা হইল।</td></tr>
<tr><td rowspan="2">অধঃক্ষেপ ঃ জিংক মূলক (Zn^{++})বর্তমান। অধঃক্ষেপ দ্রবীভূত করিয়া নিশ্চয়ক পরীক্ষা পরে করা হইল।</td><td colspan="2">পরিস্রুত ঃ দ্রবণ ফুটাইয়া H_2S গ্যাস অপসারিত করিয়া অতিরিক্ত পরিমাণে $(NH_4)_2CO_3$ দ্রবণ ঢালা হইল। কোন অধঃক্ষেপ পড়িল না।</td></tr>
<tr><td>ক্যালসিয়াম মূলক (Ca^{++}) নাই।</td><td>পরিস্রুত দ্রবণে অল্প পরিমাণে NH_4OH দ্রবণ মিশাইয়া Na_2HPO_4 দ্রবণ ঢালা হইল। কোন অধঃক্ষেপ পড়িল না। দ্রবণে ম্যাগনেসিয়াম মূলক (Mg^{++}) নাই।</td></tr>
<tr><td>গ্রপ—I</td><td>গ্রুপ—II</td><td>গ্রপ—III-A</td><td>গ্রুপ—III-B</td><td>গ্রুপ—IV</td><td>গ্রুপ—V</td></tr>
</table>

C. গ্রুপ IIIA-এর অধঃক্ষেপ বিশ্লেষণ ঃ

বাদামী বর্ণের অধঃক্ষেপের মধ্যে ফেরিক (Fe^{+++}) বা/এবং অ্যালুমিনিয়াম (Al^{+++}) মূলক থাকিতে পারে (যদি মূল লবণে ফেরাস মূলক থাকে, তবে ঘন HNO_3 দ্বারা উত্তাপের ফলে ফেরিক লবণে রূপান্তরিত হয়)। ঐ অধঃক্ষেপে একটু অধিক পরিমাণ NaOH ঢালিয়া উত্তপ্ত করা হইল ও পরে ফিল্টার করা হইল।

অধঃক্ষেপ ঃ এই অধঃক্ষেপকে লঘু HCl দ্বারা দ্রবীভূত করিয়া পটাসিয়াম ফেরোসায়ানাইড দ্রবণ ঢালা হইল। গাঢ় নীলবর্ণের অধঃক্ষেপ পড়িল। ইহাতে প্রমাণিত হয় বাদামী অধঃক্ষেপ Fe $OH)_3$। কিন্তু মূল দ্রবণে ফেরাস বা/ও ফেরিক দ্রবণ (Fe^{++} বা/ও Fe^{+++}) থাকিতে পারে। সুতরাং উহাদের নিশ্চয়ক পরীক্ষা করিতে হইবে।	**পরিস্রুত ঃ** এই দ্রবণে অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড (NH_4Cl) দানা দিয়া উত্তপ্ত করা হইল। কোন অধঃক্ষেপ পড়িল না। অতএব অ্যালুমিনয়াম মূলক (Al^{+++}) নাই।

D. ফেরাস (Fe^{++}) বা ফেরিক (Fe^{+++}) মূলকের নিশ্চয়ক পরীক্ষা ঃ

মূল দ্রবণে ফেরাস ও ফেরিক মূলকদ্বয়ের মধ্যে কোনটি বর্তমান তাহা সঠিকভাবে জানিবার জন্য মূল দ্রবণ লইয়া নিম্নোক্ত পরীক্ষা করা হইল। [ফেরাস ও ফেরিক মূলক দ্বয়ের পার্থক্য করিবার চার্ট 121 পষ্ঠা দ্রষ্টব্য।]

পরীক্ষা (Experiment)	পর্যবেক্ষণ (Observation)	সিদ্ধান্ত (Inference)
(i) দ্রবণের এক অংশে পটাসিয়াম ফেরোসায়ানাইড দ্রবণ ঢালা হইল।	গাঢ় নীলবর্ণের অধঃক্ষেপ পড়িল।	নিশ্চিতরূপে ফেরিক মূলক (Fe^{+++}) বর্তমান।
(ii) আর এক অংশে পটাসিয়াম ফেরিসায়ানাইড দ্রবণ ঢালা হইল।	কোন অধঃক্ষেপ পড়ে না।	নিশ্চিতরূপে ফেরিক মূলক (Fe^{+++}) বর্তমান।
(iii) এক অংশে অ্যামোনিয়াম থাইওসায়ানেট দ্রবণ ঢালা হইল।	দ্রবণ গাঢ় লাল বর্ণে রূপান্তরিত হয়।	নিশ্চিতরূপে ফেরিক মূলক (Fe^{+++}) বর্তমান।
(iv) বাকী অংশে অ্যামোনিয়া দ্রবণ যুক্ত করা হইল।	লালচে বাদামী বর্ণের অধঃক্ষেপ পড়িল।	নিশ্চিতরূপে ফেরিক মূলক (Fe^{+++}) বর্তমান।

E, জিংকের (Zn) নিশ্চয়ক পরীক্ষা

গ্রূপ III-B এর অধঃক্ষেপ লঘু HCl-এ দ্রবীভূত করিয়া তিনভাগে ভাগ করিয়া নিম্নের তিনটি পরীক্ষা করা হইল।

পরীক্ষা (Experiment)	পর্যবেক্ষণ (Observation)	সিদ্ধান্ত (Inference)
1. এক অংশে ধীরে ধীরে NaOH দ্রবণ ঢালা হইল।	প্রথমে আঠালো সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে। অতিরিক্ত NaOH দ্রবণে দ্রবীভূত হইয়া যায়।	জিংক নির্ধারিত হইল।
2 এক অংশে শুষ্ক দানাদার NH_4Cl ও NH_4OH দ্রবণ মিশাইয়া H_2S গ্যাস চালান হইল।	সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে (ZnS)।	নিশ্চিতরূপে জিংকমূলক (Zn^{++}) বর্তমান।
3 আর এক অংশে পটাসিয়াম ফেরোসায়ানাইড [$K_4Fe(CN)_6$] দ্রবণ মিশান হইল।	আঠালো সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে [$Zn_2Fe(CN)_6$]	নিশ্চিতরূপে জিংকমূলক (Zn^{++}) বর্তমান।

পরীক্ষার ফল ঃ পরীক্ষণীয় লবণে ধাতবমূলকরূপে ফেরিক (Fe^{+++}) ও জিংক (Zn^{++}) বর্তমান।

II. অ্যাসিড মূলকের পরীক্ষা

A. শুষ্ক পরীক্ষা

পরীক্ষা (Experiment)	পর্যবেক্ষণ (Observation)	সিদ্ধান্ত (Inference)
1. পরীক্ষা নলে শুষ্ক লবণ লইয়া লঘু H_2SO_4 ঢালিয়া উত্তপ্ত করা হইল।	কোন গ্যাস নির্গত হয় না।	কার্বনেট ($CO_3^=$) বা সালফাইড ($S^=$) মূলক নাই।
2. শুষ্ক লবণে ঘন H_2SO_4 মিশাইয়া উত্তপ্ত করা হইল।	ঝাঁঝালো গন্ধযুক্ত গ্যাস নির্গত হয়। অ্যামোনিয়া সিক্ত কাচের শলা ধরিলে সাদা ধোঁয়ার সৃষ্টি হয় এবং এই গ্যাস নীল লিটমাসে সিক্ত কাগজকে লাল করে।	ক্লোরাইড মূলক (Cl^-) হইতে পারে।
3. শুষ্ক লবণে ঘন H_2SO_4 ও Cu-কুচি মিশাইয়া উত্তপ্ত করা হইল।	বাদামী বর্ণের গ্যাস নির্গত হয় না।	নাইট্রেট মূলক (NO_3^-) নাই।
4. শুষ্ক লবণে ঘন H_2SO_4 ও MnO_2 মিশাইয়া উত্তপ্ত করা হইল।	হরিদ্রাভ সবুজবর্ণের ঝাঁঝালো গ্যাস নির্গত হয়।	ক্লোরাইড মূলক (Cl^-) হইতে পারে।

B. সিক্ত পরীক্ষা

পরীক্ষা (Experiment)	পর্যবেক্ষণ (Observation)	সিদ্ধান্ত (Inference)
1. লবণের জলীয় দ্রবণ পরিষ্কৃত করিয়া 3 ml. (প্রায়) লইয়া তাহার সহিত $AgNO_3$ দ্রবণ মিশান হইল।	সাদা দধির ন্যায় প্রচুর অধঃক্ষেপ পড়ে। অধঃক্ষেপ NH_4OH-এ দ্রবীভূত হয় এবং বর্ণহীন দ্রবণে পরিণত হয়। আবার লঘু HNO_3 ঢালিলে সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে।	দ্রবণে ক্লোরাইড মূলক (Cl^-) বর্তমান।
2. দ্রবণের 3 ml. (প্রায়) লইয়া তাহাতে কয়েক ফোঁটা NaOH মিশাইয়া সদ্য প্রস্তুত সোডিয়াম নাইট্রোপ্রুসাইড দ্রবণ ঢালা হইল।	দ্রবণের বর্ণান্তর ঘটে না।	সালফাইড মূলক ($S^=$) নাই।
3. দ্রবণের 3 ml. লইয়া $BaCl_2$ ঢালা হইল।	কোন অধঃক্ষেপ পড়ে না।	দ্রবণে কার্বনেট ($CO_3^=$) সালফেট ($SO_4^=$) ও সালফাইড ($S^=$) মূলক নাই।
4. বলয় পরীক্ষা	কোন বলয় গঠিত হয় না।	নাইট্রেট মূলক (NO_3^-) নাই।

পরীক্ষার ফল ঃ ধাতব মূলক ফেরিক (Fe^{+++}) ও জিংক (Zn^{++}) এবং অ্যাসিড মূলক ক্লোরাইড (Cl^-)।

Solubility chart of Salts for Identification of Basic Radical

W—Soluble in cold water.

WW—Soluble in warm water.

A—Soluble in dilute Hydrochloric acid.

B—Sparingly soluble in water.

X— { Not necessary for Higher Secondary *Or* No such compound exists

Acid Radical

Basic Radical	$O^{=}$ or OH^{-}	NO_3^{-}	Cl^{-}	$CO_3^{=}$	$SO_4^{=}$	$S^{=}$	$SO_3^{=}$
Mg^{++}	A	W	W	A	W	X	X
Ca^{++}	A B	W	W	A	A-B	A	W
Zn^{++}	A	W	W	A	W	A	X
Al^{+++}	A	W	W	A	W	X	X
Fe^{++}	A	W	W	A	W	A	X
Fe^{+++}	A	W	W	X	W	X	X
Cu^{++}	A	W	W	A	W	X	X
Pb^{++}	X	W	WW	A	X	X	X

PREPARATION OF RACK REAGENTS

(*N. B.*—Distilled water always to be used)

Name	Strength (Approximate N)	Preparation
1. Hydrochloric Acid (dilute HCl)	5N	420 ml. diluted to 1 litre
2. Sulphuric Acid (dilute H_2SO_4)	5N	140 ml. " " 1 "
3. Nitric Acid (dilute HNO_3)	5N	310 ml. " " 1 "
4. Acetic Acid (dilute) (CH_3COOH)	5N	285 ml. " " 1 "

(*N. B.*— Acid to be added to water while stirring and cooling)

5. Ammonia (dilute) (NH_4OH)	5N	335 ml. " " "

(*N. B* —Stopper to be opened very carefully after proper cooling else the bottle may burst causing serious accident.)

6. Caustic soda (dilute) (NaOH)	5N	220 gms. in 1 litre
7. Sodium phosphate (Na_2HPO_4, $12H_2O$)	N	120 gms. in 1 litre
8. Barium chloride ($BaCl_2$, $2H_2O$)	$\frac{N}{2}$	61 gms " " "
9. Calcium chloride ($CaCl_2$, $6H_2O$)	$\frac{N}{2}$	55 gms " " "
10. Ammonium oxalate ($COONH_4$, H_2O)	$\frac{N}{2}$	35 gms " " "
11. Potassium chromate (K_2CrO_4)	$\frac{N}{2}$	36·5 gms " " "
12. Potassium Ferrocyanide [$K_4Fe(CN)_6$]	$\frac{N}{2}$	49 gms " " "
	$\frac{N}{2}$	53 gms " " "
13. Cobalt Nitrate [$Co(NO_3)_2$ $6H_2O$]	0·3 N	44 gms " " "
14. Silver Nitrate ($AgNO_3$)	$\frac{N}{10}$	17 gms " " "

15. Ammonium carbonate: 160 gms. of the salt in a mixture of 140 ml. of conc. ammonia solution and 860 ml. of water...4N.

(*N. B.*—May be transferred to general rack. To be kept covered by black paper.)

16. Yellow Ammonium sulphide $(NH_4)_2S$.

Saturate 200 ml. of Liquor Ammonia with H_2S gas, the solution being kept cool by running water. Then add 10 gms. of flower of sulphur and 200 ml. more of Liquor Ammonia. Then shake to dissolve all the sulphur and dilute with water to 1 litre.

17. Potassium Permanganate ($KMnO_4$) solution 0·3N 10 gms/litre.

18. Potassium Dichromate ($K_2Cr_2O_7$) solution N 49 gms/litre.

19. Stannous chloride ($SnCl_6$, $2H_2O$) (N)
Dissolve 115 gms. of the salt or 59 gms. of Sn in 170 ml. of conc. HCl. Dilute it to 1 litre and keep in bottles containing a strip of pure Sn.

20. Iodine Solution (N) 12·7 gm
Dissolve 12·7 gm in a solution of 20 gm. of pure KI in 30 ml. water and dilute the resultant solution to 1 litre.

21. Chlorine water (saturated) 0·2N
Pass chlorine gas into distilled water till saturated.
Solution to be in bottles painted black.
$KMnO_4$+HCl (drop by drop)→Cl_2 gas.

22. Bromine water (solution) 0·5N
Add about 12 ml. of liquid Bromine to 1 litre of water in stoppered bottle and shake well. A little bromine should be kept undissolved at the bottom. *Bromine should be handled very carefully.*

23. Lime water [$Ca(OH)_2$] 0·04N
Mix excess of slaked lime with water and allow it to settle, then syphon off the clear solution and decant to be kept in well-stoppered bottles.

24. Ammonium chloride solution (NH_4Cl) (2N) 105 gm/litre.

25. Calcium sulphate solution ($CaSO_4$, $2H_2O$)
Saturated solution in water to be prepared by shaking ; allow it to stand and syphon off the clear solution.

26. Ferric chloride solution (N) 90 gms/1 litre of water $FeCl_3$, $6H_2O$ containing 20 ml. of conc. HCl.

N. B.—Without acid there will be hydrolysis to form ferric hydroxide.

27. Copper sulphate solution ($CuSO_4$, $5H_2O$) (N) 125 gms.
125 gms. in 1 litre of water containing 25 ml. of dil. H_2SO_4. (*i.e.* 5N)

28. Ferrous sulphate solution $\frac{N}{2}$ 140 gms.
140 gms. in 1 litre containing 7 ml. of conc. H_2SO_4.

29. Lead acetate solution [$Pb(CH_2COO)_2$ $3H_2O$] (N) 190 gms.
190 gm/litre of water containing 10 ml. of glacial Acetic acid (conc)

30. Mercuric chloride ($HgCl_2$) solution 0·2N 27 gm/litre

31. Mercurous Nitrate Soln. (N) 280 gm/litre
$Hg(NO_3)_2$, $2H_2O$ water containing
20 ml. of conc. HNO_3

32. Potassium thiocyanate (KCNS) (N) 97 gm/litre

33. SO_2 solution 0·33N
Prepare a saturated solution in cold water by passing SO_2

34. Ammonium Molybdate — N [Necessary for phosphate test]
$(NH_4)_2MoO_4$ (also other formula)
(Dissolve 50 gm. of the commercial salt in 70 ml. of liquor NH_4OH and 140 ml. water. When complete solution has taken place, add with vigorous stirring 250 ml. conc. HNO_3 and 500 ml. water. Then dilute it to 1 litre. Allow the solution to stand for 1 or 2 days and decant off clear solution.

**35. *For Nickel Test*
Dimethyl glyoxime — (1%) 1 gm. 100 ml. rectified spirit

$$\begin{array}{l} CH_3-C=NOH \\ \quad\quad\;\; | \\ CH_3-C=NOH \end{array}$$

36. Magnesium mixture
Arsenate (Phosphate test)
$MgCl_2, 6H_2O+NH_4Cl$
Dissolve 100 gm. of $MgCl_2$, $6H_2O$ and 100 gm. or more (upto 250 gm.) NH_4Cl in water. Add 50 ml. of liquor Ammonia (sp. gr. 0·88) and then dilute to 1 litre. Filter and decant off the clear liquid after 2 days.

37. Nessler's Reagent, — N
$K_2[HgI_4]+NaOH$ — 115 gm.
Dissolve 115 gm. Mercuric Iodide+80 gm. of KI in water so that the total volume be 600 ml Then add 400 ml. of 5N caustic soda solution. Decant off the solution from any ppt. formed and preserve in dark (in amber coloured bottle).

**38. Potassium Ferricyanide
(To distinguish ferrous and ferric salts)
$K_3Fe(CN)_6$ — $\frac{N}{2}$ 55 gm/litre

39. Starch solution
Make a thin paste with about 1 gm of *soluble starch* and a little cold water and then add this paste while stirring to 100 ml. of boiling water and then heat the solution just to boiling point. Cool the solution and preserve it in a bottle. (Fresh solution should preferably be prepared).

**40. Potassium cyanide (KCN) solution — (N) 65 gm/litre

41. Potassium Iodide Soln. (KI) — (N) 166 gm/litre

42. Sodium nitroprusside $[Na_2Fe(NO)(CN)_5]$
Fresh solution to be prepared when nesessary by dissolving a few crystals in a little water.

43. Fehling's solution
No 1. 66·28. of $CuSO_4$ crystals/litre
No 2. 350 gm. of Rechelk Salt+100 gm. of NaOH (Na K-tartrate) in 1 litre of water.
For use, equal volume of water to be mixed.

**44. Schiff's Reagent.
(Test of Aldehyde etc)
Make a dilute solution of Fuschsine and add SO_2 till colourless : preserve in well stoppered bottles.

45. Deniz's Reagent.
(For Organic Test).
Add 5 gms of yellow HgO to 20 ml. of conc. H_2SO_4+100 ml. water.

46. Fusion mixture
106 gm. of Na_2CO_3+140 gm. of K_2CO_3.

47. Sodium Thiosulphate solution $\left(\frac{N}{10}\right)$ 23 gm/litre

INDICATOR

1. *Litmus solution*

Digest 100 gm. of Litmus grains with 500 ml hot water. Allow it to stand overnight and filter. Now add 300 ml. of methylated spirit to the solution. Filter on the next day and dilute with water to 1 litre.

2. *Phenolphthalein.*

Dissolve 5 gm of Phenolphthalein in 100 ml. of warm methylated spirit and dilute to 1 litre with a mixture of equal volumes of methylated spirit and water.

3. *Methyl Orange.*

Dissolve 2 gm. of methyl orange in 200 ml. methylated spirit and dilute to 1 litre with water.

N. B. Items marked as (**) should be very carefully handled.

মৌখিক প্রশ্নাবলী (Oral Questions)

1

1. বুনসেন দীপের কয়টি অংশ ও কি কি ?

উঃ। তিনটি অংশ ; যথা—(1) পাদপীঠ, (2) দীপাধার, (3) বলয়।

2. বুনসেন দীপের শিখাকে কি কি শ্রেণীতে ভাগ করা হয় ?

উঃ। প্রদীপ্ত শিখা ও অপ্রদীপ্ত শিখা,—এই দুই শ্রেণীতে ভাগ করা হয়।

3. বুনসেন দীপের শিখা কেন বেশী উত্তাপ দেয় ?

উঃ। প্রদীপ্ত শিখার চেয়ে অপ্রদীপ্ত শিখা উত্তাপ বেশী দেয়, কারণ পর্যাপ্ত অক্সিজেনের ফলে জ্বালানী গ্যাস সম্পূর্ণরূপে দগ্ধ হয়।

4. প্রদীপ্ত শিখার উপরে পোরসেলিন পাত্র ধরিলে কালি পড়ে কেন ?

উঃ। প্রদীপ্ত শিখায় যে ভাসমান কার্বন কণা থাকে তাহা পোর্সেলিন পাত্রের গায়ে জমা পড়ে।

2

1 কাচের নল কি ভাবে কাটিতে হয় ?

উঃ। নলের যে স্থানে কাটিতে হইবে, ফাইল দিয়া সেই স্থানে ঘষিয়া একটি দাগ কাট এবং দাগের নীচে দুই হাতের বুড়ো আঙ্গুল দিয়া ধরিয়া একটু নিচের দিকে চাপ দাও। ফলে নলটি নির্দিষ্ট স্থানে দ্বিখণ্ডিত হইয়া যাইবে।

2. জলের বোতলে কয়টি নল কত ডিগ্রি কোণে বাকানো থাকে ?

উঃ। জলের বোতলে দুইটি কাচের নল থাকে। একটি 45° ও অপরটি অপরদিকে 135° কোণে বাঁকানো থাকে।

3

1. পরিস্রাবণ পদ্ধতিতে কি প্রকার মিশ্র দ্রবণ পৃথক্ করা হয় ?

উঃ। যদি কোন দ্রবণ হইতে ভাসমান ময়লা বা পদার্থ অপসারণের প্রয়োজন হয় তখন এই পদ্ধতি অবলম্বন করা হয়।

2. চিনির-জল হইতে চিনি পৃথক্ করিতে কোন পদ্ধতি অবলম্বন করিবে ?

উঃ। চিনির-জলের জলকে বাষ্পীভূত করিলেই চিনি পড়িয়া থাকিবে। সুতরাং বাষ্পীভবন পদ্ধতি অবলম্বন করাই সুবিধাজনক।

3. কর্পূর ও বালির মিশ্রণ পৃথক্ করিতে কোন পদ্ধতি অবলম্বন করিবে ?

উঃ। কঠিন কর্পূর তরলে রূপান্তরিত না হইয়াই বাষ্পে পরিণত হয়। সুতরাং উক্ত মিশ্রণ পৃথকের জন্য ঊর্ধ্বপাতন পদ্ধতি অনুসরণ করিতে হইবে।

4

1. তিনটি স্ফটিকের নাম বল ?

উঃ। তিনটি স্ফটিক যথা - তুঁতে, নিশাদল ও ফটকিরি।

2. 100°C তাপমাত্রায় 100 ml. জলের সম্পৃক্ত দ্রবণ তৈয়ারী করিতে কত গ্রাম সোডিয়াম নাইট্রেট প্রয়োজন ?

উঃ। 100°C তাপমাত্রায় 100 ml. জলের সম্পৃক্ত দ্রবণ তৈয়ারী করিতে 178 গ্রাম সোডিয়াম নাইট্রেট প্রয়োজন হয়।

5

1. 'কার্বন ডাই-অক্সাইড'এর সংকেত কি এবং আণবিক ওজন কত ?

উঃ। কার্বন ডাই-অক্সাইডের সংকেত CO_2 এবং আণবিক ওজন 44.

2. কার্বন ডাই-অক্সাইড প্রস্তুতিতে সালফিউরিক অ্যাসিড ব্যবহার করা হয় না কেন ?

উঃ। 'সতর্কতা' দ্রষ্টব্য। পৃঃ—30

3. বায়ু উর্ধ্বমুখে সরাইয়া কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্যাস সংগ্রহ করা হয় কেন ?

উঃ। কারণ কার্বন ডাই-অক্সাইড জলে স্বল্প দ্রবণীয় এবং বায়ু অপেক্ষা দেড়গুণ ভারী।

4. চুনের জলে প্রচুর পরিমাণে কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্যাস মিশ্রিত করিলে কি ঘটিবে ?

উঃ। প্রথমে অদ্রবণীয় ঘোলা ক্যালসিয়াম কার্বনেট উৎপন্ন হয় ও পরে দ্রবণীয় ক্যালসিয়াম বাই-কার্বনেট গঠিত হয়।

5. একটি জ্বলন্ত পাটকাঠি কার্বন ডাই-অক্সাইড ভরা গ্যাসজারে ধরিলে কি ঘটিবে ?

উঃ। পাটকাঠি নিভিয়া যাইবে,—কারণ কার্বন-ডাই-অক্সাইড দাহক বা দহনশীল গ্যাস নয়।

6

1. রসায়নাগারে কিপ-যন্ত্রের সাহায্যে হাইড্রোজেন সালফাইড গ্যাস প্রস্তুত করা হয় কেন ?

উঃ। রসায়নাগারে সর্বদা হাইড্রোজেন সালফাইড প্রয়োজন হয় এবং কিপ-যন্ত্রের সাহায্যে এই গ্যাস প্রয়োজনের সঙ্গে সঙ্গেই তৈরী করা যায় বলিয়া কিপ্-যন্ত্রের সাহায্যে H_2S-গ্যাস তৈরী করা হয়।

2. একটি দ্রবণে হাইড্রোজেন সালফাইড চালনার ফলে সাদা বর্ণের অধঃক্ষেপ পড়ে। দ্রবণটি কি এবং কিসের অধঃক্ষেপ পড়ে।

উঃ। জিংক লবণের ক্ষারীয় দ্রবণে হাইড্রোজেন সালফাইড গ্যাস চালনা করিলে সাদা বর্ণের জিংক সালফাইডের অধঃক্ষেপ পড়ে।

3. HCl মিশ্রিত $HgCl_2$ দ্রবণে H_2S চালনা করিলে কি ঘটিবে ?

উঃ। প্রথমে সাদা, পরে হলুদ ও বাদামী এবং শেষে মার্কিউরিক সালফাইডের কালো বর্ণের অধঃক্ষেপ পড়ে।

7

1. রসায়নাগারে কিরূপে অ্যামোনিয়া প্রস্তুত করা হয় ?

উঃ। অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইডের সহিত ক্যালসিয়াম হাইড্রক্সাইডের মিশ্রণ উত্তপ্ত করিয়া রসায়নাগারে অ্যামোনিয়া প্রস্তুত করা হয়।

2. অ্যামোনিয়া কি দহনের সহায়ক ?

উঃ। না। দাহক বা দহনশীল গ্যাস নয়।

3. অ্যামোনিয়া গ্যাস নীল লিটমাসকে কি লাল করে ?

উঃ। না। ইহা লাল লিটমাসকে নীল বর্ণে রূপান্তরিত করে,—কারণ ইহা ক্ষারধর্মী।

4. অ্যামোনিয়া বায়ুর নিম্ন অপসারণের দ্বারা সংগ্রহ করা হয় কেন ?

উঃ। ইহা বায়ু অপেক্ষা হাল্কা এবং জলের মধ্যে বিশেষভাবে দ্রবীভূত হইয়া অ্যামোনিয়াম হাইড্রক্সাইডে রূপান্তরিত হয় বলিয়া নিম্ন অপসারণ পদ্ধায় সংগ্রহ করা হয়।

5. অ্যামোনিয়া গ্যাসপূর্ণ জারে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডে-সিক্ত কাচের শলা প্রবেশ করাইলে কিরূপ বিক্রিয়া ঘটে ?

উঃ। অ্যামোনিয়া, হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের সহিত বিক্রিয়ায় অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড গঠন করে। ইহা সাদা ধোঁয়ার সৃষ্টি করে।

6. নেস্‌লারের দ্রবণ কি ?

উঃ। ইহা পটাসিয়াম মারকিউরিক আয়োডাইড এবং ইহার আণবিক সংকেত [$K_2(HgI_4)$]

8

1. হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের জলীয় দ্রবণ প্রস্তুত করার জন্য অ্যাসিড গ্যাস সরাসরিভাবে বীকারের জলের মধ্যে চালান করা হয় না কেন ?

উঃ। 'হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের জলীয় দ্রবণ প্রস্তুতি'র সতর্কতা দ্রষ্টব্য। পৃঃ—44.

2. এই গ্যাস লাল লিটমাস দ্রবণকে নীল করে কি ?

উঃ। না। ইহা নীল লিটমাস দ্রবণকে লাল করে,—কারণ ইহা অ্যাসিডধর্মী।

3. এই গ্যাসের জলীয় দ্রবণে জিংকের দানা ফেলিয়া গ্যাসটিকে পুনরুদ্ধার করা যায় কি ?

উঃ। হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের জলীয় দ্রবণে জিংকের দানা ফেলিলে হাইড্রোজেন গ্যাস উৎপন্ন হয়। সুতরাং ঐ গ্যাস আর পুনরুদ্ধার করা যায় না।

4. সিলভার নাইট্রেট দ্রবণে প্রথমে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাস ও পরে অ্যামোনিয়াম হাইড্রক্সাইড দ্রবণ ঢালিলে কি ঘটিবে ?

উঃ। প্রথমে সিলভার ক্লোরাইডের সাদা অধঃক্ষেপ পড়িবে এবং পরে ঐ অধঃক্ষেপ অ্যামোনিয়াম হাইড্রকসাইড দ্রবণে দ্রবীভূত হইয়া যাইবে।

9

1. বাহক কি ?

উঃ। তুলাদণ্ডের উপর একটি সরু ধাতব শলার উপরে দ্বিভুজাকারে গঠিত একটি প্লাটিনামের যে তার বসান থাকে উহাই বাহক নামে পরিচিত। ইহার সাহায্যে 0·0001 গ্রাম পর্যন্ত ওজন মাপা যায়।

2. কোন্ জাতীয় তুলাযন্ত্রের সাহায্যে ক্ষুদ্রতম ওজন পরিমাপ করা যায় ?

উঃ। বাঙ্গে জাতীয় তুলার সাহায্যে সবচেয়ে ক্ষুদ্রতম ওজন 0·0001 গ্রাম পর্যন্ত ওজন মাপা যায়।

3. একটি সারটোরিয়াস তুলার সাহায্যে একটি তোলন বোতল ওজন করিতে 42·58 গ্রাম ওজন তুলাপাত্রে রাখিবার পরে রাইডারকে ডান পাশের 9 দাগে রাখিলে তুলা অনুভূমিক হইল। তোলন বোতলের সঠিক ওজন কত ?

উঃ। যেহেতু তুলাটি সারটোরিয়াস জাতীয়, সেইহেতু রাইডারের ওজন যোগ করিতে হইবে এবং এই জাতীয় তুলার একটি ক্ষুদ্র উপদাগের জন্য ওজন 0·0002 গ্রাম বলিয়া 9টি উপদাগের জন্য ওজন হইবে $0{\cdot}0002 \times 9 = 0{\cdot}0018$ গ্রাম। সুতরাং তোলন বোতলের সঠিক ওজন $= 42{\cdot}58 + 0{\cdot}0018 = 42{\cdot}5818$ গ্রাম।

10

1. তুল্যাঙ্কভার কাহাকে বলে ?

উঃ। সংজ্ঞা দ্রষ্টব্য। পৃঃ—53.

2. গ্যাসের আয়তন পরিমাপের জন্য অংশাংকিত নলটিকে হাত দিয়া ধরা উচিত নয় কেন ?

উঃ। কারণ হাতের গরমে গ্যাসে আয়তন বৃদ্ধি পাইবে, সেইজন্য নলটি হাত দিয়া না ধরিয়া ভাঁজ করা কাগজ দিয়া জড়াইয়া ধরা উচিত।

3. জলের উপর সংগৃহীত গ্যাসের চাপ পরিমাপের জন্য তাপমাত্রার নোট করা হয় কেন ?

উঃ। জলের উপর সংগৃহীত গ্যাসের চাপ = বায়ুর চাপ — জলীয় বাষ্পের চাপ। এই জলীয় বাষ্পের চাপ তাপমাত্রার উপর নির্ভর করে বলিয়া তাপমাত্রা নোট করা হয়।

11

1. প্রশমন ক্রিয়া কাহাকে বলে ?

উঃ। সংজ্ঞা দ্রষ্টব্য। পৃঃ-56.

2. জ্ঞাত মাত্রায় অ্যাসিটিক অ্যাসিড দ্বারা অজ্ঞাত মাত্রায় অ্যামোনিয়াম হাইড্রক্সাইডের মাত্রা নির্ণয়ে কি নির্দেশক ব্যবহার করিবে ?

উঃ। এরূপ টাইট্রেশন করা চলে না; কারণ অ্যাসিটিক অ্যাসিড একটি মৃদু অ্যাসিড ও অ্যামোনিয়াম হাইড্রক্সাইড একটি মৃদু ক্ষার। মৃদু অ্যাসিড ও মৃদু ক্ষারের মধ্যে টাইট্রেশন করা চলে না।

3. একটি টাইট্রেশনে ফিনপথ্যালিন ব্যবহার করা হইয়াছে। সঠিক প্রশমন হইয়াছে কিনা কিভাবে বুঝিবে ?

উঃ। ফিনপথ্যালিন ক্ষারকীয় দ্রবণে লালাভ বা লাল বর্ণ হয়। প্রশমন দ্রবণে ইহা বর্ণহীন হইয়া যায় এবং অ্যাসিড দ্রবণেও বর্ণহীন থাকিয়া যায়, সুতরাং ঠিক যে মুহূর্তে দ্রবণ বর্ণহীন হইল, তখনই উক্ত দ্রবণ সঠিক প্রশমিত হইয়াছে বুঝিতে হইবে।

4. "16%NaOH দ্রবণ" এর মাত্রা কত ?

উঃ। 16%NaOH বর্ণের অর্থ 100 ml. দ্রবণে 16 গ্রাম NaOH অর্থাৎ 1000 ml. দ্রবণে $16 \times 10 = 160$ গ্রাম NaOH, কিন্তু নর্মাল দ্রবণের 1000 ml. দ্রবণে NaOH থাকে 40 গ্রাম। সুতরাং 1000 ml. দ্রবণে 160 গ্রাম NaOH তৈরী করে $= \frac{160}{46}(N)\ NaOH = 4\ (N)\ NaOH$.

5. 1·425 $\left(\frac{N}{10}\right)$ মাত্রার Na_2CO_3 এর 200 ml. দ্রবণ তৈয়ারী করিতে কত গ্রাম Na_2CO_3 প্রয়োজন ?

উঃ। 1·425 $\left(\frac{N}{10}\right) Na_2CO_3 \equiv \cdot1425\ (N)\ Na_2CO_3$

আমরা জানি. লিটার প্রতি গ্রাম ওজন = নর্ম্যাল মাত্রা × গ্রাম তুল্যাঙ্ক।

সুতরাং Na_2CO_3-এর লিটার প্রতি গ্রাম ওজন $= \cdot1425 \times 53 = 7\cdot5525$ গ্রাম।

∴ 200 ml. দ্রবণের জন্য Na_2CO_3 প্রয়োজন $= \frac{7\cdot5525 \times 200}{1000} = 1\cdot5105$ গ্রাম।

12

1. (ক) পরীক্ষায় ধাতব মূলক সনাক্ত করণের পূর্বে নমুনার বর্ণ লক্ষ্য করা প্রয়োজন কি ?

উঃ। হ্যাঁ। কারণ লবণের বর্ণের সাহায্যে উহার সাধারণ পরিচয় সম্বন্ধে কিছুটা অনুমান করা যায়।

(খ) যেমন ধর তোমাকে একটি লালবর্ণের লবণ দেওয়া হইল। তুমি ইহার দ্বারা কি অনুমান করিবে ?

উঃ। লালবর্ণের নমুনা হইলে লেড কিংবা কপার হইতে পারে।

2. শিখা পরীক্ষায় শিখার রং লালাভ সবুজ হইলে কি যৌগ হইতে পারে ?

উঃ। শিখা পরীক্ষায় শিখার রং লালাভ সবুজ হইলে কপার যৌগ হইতে পারে।

3. সোহাগা দানার পরীক্ষায় যে বোরাক্স ব্যবহৃত হয় তাহার আণবিক সংকেত লিখ ?

উঃ। বোরাক্সের আণবিক সংকেত $Na_2B_4O_7, 10H_2O$.

13

1. (i) একটি দ্রবণে পটাসিয়াম ফেরোসায়নাইড দ্রবণ ঢালিলে, মেটে লাল অধঃক্ষেপ পড়িল। উক্ত দ্রবণে কি মূলক থাকিতে পারে ?

উঃ। কপার মূলকের কোন যৌগ হইতে পারে।

(ii) কপার যৌগ হইবে কেন ?

উঃ। কপার যৌগ, পটাসিয়াম ফেরোসায়নাইডের সহিত বিক্রিয়ায় লালবর্ণের কিউপ্রিক ফেরোসায়নাইডের অধঃক্ষেপ তৈয়ারী করে। $2CuSO_4 + K_4Fe(CN)_6 = Cu_2Fe(CN)_6 + 2K_2SO_4$.

(iii) যদি অধঃক্ষেপ লাল না হইয়া গাঢ় নীলবর্ণের হয় তবে কি যৌগ হইবে ?

উঃ। যদি গাঢ় নীল বর্ণের অধঃক্ষেপ পড়ে তবে ফেরিক যৌগ হইবে,--কারণ ফেরিক যৌগ পটাসিয়াম ফেরোসায়নাইডের সহিত বিক্রিয়ায় গাঢ় নীলবর্ণের পটাসিয়াম ফেরিক ফেরোসায়নাইডের অধঃক্ষেপের সৃষ্টি করে।

2. অ্যালুমিনিয়াম সালফেট দ্রবণে অল্প অল্প করিয়া NaOH দ্রবণ বেশ কিছুক্ষণ ঢালিলে কি পরিবর্তন লক্ষ্য করা যাইবে ?

উঃ। প্রথমে অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রক্সাইডের সাদা অধঃক্ষেপ পড়িবে এবং পরে অতিরিক্ত NaOH এর সঙ্গে বিক্রিয়ায় সোডিয়াম অ্যালুমিনেট যৌগ গঠন করায় দ্রবণ স্বচ্ছ হইয়া যাইবে।

3 একটি স্বচ্ছ দ্রবণে সোডিয়াম হাইড্রোজেন ফসফেট ঢালিয়া NaOH ও NH_4Cl যোগ করিলে সাদা অধঃক্ষেপ পড়িলে কি যৌগ হইতে পারে ?

উঃ। উহা তিন মূলকের হইতে পারে। কারণ জিংক যৌগ Na_2HPO_4 ও NH_4Clএর সহিত $Zn(NH_4)PO_4$-এর সাদা অধঃক্ষেপ তৈরী করে। ক্যালসিয়াম যৌগ Na_2HPO_4-এর সহিত $CaHPO_4$ এর সাদা অধঃক্ষেপ উৎপন্ন করে; আবার ম্যাগনেসিয়াম যৌগ $Mg(NH_4)PO_4$ এর সাদা অধঃক্ষেপ উৎপন্ন করে।

14

1. একটি নমুনার লেড ও কপারের যৌগ মিশাইয়া দেওয়া হইল। তুমি কিরূপে উহাদের সনাক্ত করিবে ?

উঃ। নমুনার দ্রবণে লঘু HCl ঢালিয়া H_2S সংযোগ করিলে কালো অধঃক্ষেপ দেখা যাইবে এবং ঐ অধঃক্ষেপে লঘু HNO_3 ঢালিয়া স্বচ্ছ নীল বর্ণের দ্রবণ পাওয়া যাইবে। ঐ নীল দ্রবণ দুই ভাগ করিয়া একভাগে পর পর NH_4OH, অ্যাসেটিক অ্যাসিড ও পটাসিয়াম ক্রোমেট মিশাইলে $PbCrO_4$-এর হলুদ অধঃক্ষেপ পাইব। অপরভাগে $K_4Fe(CN)_4$ মিশাইলে—ফলে কপার ফেরোসায়নাইডের মেটে লাল অধঃক্ষেপ পাওয়া যাইবে। ইহাতে প্রমাণিত হয় দ্রবণে লেড ও কপারের যৌগ আছে।

2. গ্রুপ IIIA-তে তুমি বাদামী বর্ণের অধঃক্ষেপ দেখিতে পাইলে। তুমি কিরূপে বুঝিবে ইহাতে অ্যালুমিনিয়াম মূলক আছে কিনা ?

উঃ। বাদামীবর্ণের অধঃক্ষেপে প্রচুর পরিমাণে NaOH ঢালিয়া ফিলটার করলাম। পরিস্রুত দ্রবণে NH_4Cl দানা ঢালিয়া উত্তপ্ত করিলে সাদা আঠালো অধঃক্ষেপ পড়িলে বুঝিতে হইবে ঐ বাদামী বর্ণের অধঃক্ষেপে অ্যালুমিনিয়াম (Al^{+++}) বর্তমান।

3. তোমাকে একটি Mg লবণ অজ্ঞাত পরীক্ষায় দেওয়া হইল। তুমি গ্রুপ V-এ কি বর্ণের কোন যৌগের অধঃক্ষেপ পাইবে ?

উঃ। গ্রুপ V-এ ম্যাগনেসিয়াম অ্যামোনিয়াম ফসফেটের [$Mg(NH_4)PO_4$] সাদা অধঃক্ষেপ পাইব।

4. একটি ক্যালসিয়াম ক্লোরাইডের দ্রবণ দিয়া তোমাকে বলা হইল, "ইহাতে যে ক্যালসিয়াম মূলক আছে তাহা পরীক্ষা করিয়া দেখাও।" তখন তুমি কি করিবে ?

উঃ। দ্রবণে NH_4Cl দানা ও NH_4OH দ্রবণ যোগ করিয়া দ্রবণটিকে ক্ষারকীয় করিয়া $(NH_4)_2CO_3$ দ্রবণ ঢালিলাম। ইহাতে $CaCO_3$-এর সাদা অধঃক্ষেপ পড়িবে। ঐ অধঃক্ষেপ অ্যাসেটিক অ্যাসিডে দ্রবীভূত করিয়া অ্যামোনিয়াম অক্জালেট ঢালিলাম তাহাতে সাদা অধঃক্ষেপ পড়িবে। ইহাতেই প্রমাণিত হয় উহাতে ক্যালসিয়াম মূলক বর্তমান।

5. একটি দ্রবণে ফেরাস কিংবা ফেরিক (Fe^{++} বা Fe^{+++}) মূলক আছে। কোনটি বর্তমান তাহা তুমি কিরূপ সনাক্তকরণ করিবে ?

উঃ। 121 পৃষ্ঠার পরীক্ষা দ্রষ্টব্য।

15

1. (i) কার্বনেট লবণে লঘু HCl ঢালিলে CO_2 গ্যাস বাহির হয়, সালফাইড লবণে ঐ অ্যাসিড ঢালিলে H_2S গ্যাস উৎপন্ন হয়। নাইট্রেট লবণে লঘু HCl ঢালিলে কোন গ্যাস বাহির হইবে ?

উঃ। প্রথমে নাইট্রিক অক্সাইড (NO) এবং পরে নাইট্রোজেন ডাই-অক্সাইড (NO_2) উৎপন্ন হয়।

(ii) এরূপ হয় কেন ?

উঃ। প্রথমে যে নাইট্রিক অক্সাইড উৎপন্ন হয় তাহা পরে বায়ুর অক্সিজেনের সহিত বিক্রিয়া করিয়া নাইট্রোজেন ডাই-অক্সাইড উৎপন্ন করে।

2. (i) একটি লবণে ঘন H_2SO_4 ঢালিলে বর্ণহীন গ্যাস বাহির হয় কিন্তু MnO_2 সহ ঘন H_2SO_4 ঢালিলে হরিদ্রাভ সবুজ বর্ণের গ্যাস বাহির হয়। লবণটির আম্লিক মূলক কি হইতে পারে ?

উঃ। সম্ভবত ক্লোরাইড মূলকের লবণ।

(ii) এরূপ গ্যাস বাহির হয় কেন ?

উঃ। ক্লোরাইড লবণ ঘন H_2SO_4-এর সহিত বিক্রিয়ায় বর্ণহীন হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড (HCl) গ্যাস নির্গত করে কিন্তু MnO_2 যোগ করিলে হরিদ্রাভ সবুজ বর্ণের ক্লোরিন (Cl_2) গ্যাস নির্গত হয়।

3. একটি সালফাইড লবণে লঘু HCl ঢালিলে একটি গ্যাস নির্গত হইল। কিরূপে বুঝিবে লবণে সালফাইড মূলক বর্তমান ?

উঃ। নির্গত গ্যাসটি বর্ণহীন ও পচা ডিমের গন্ধযুক্ত হইলে এবং লেড অ্যাসিটেট দ্রবণে-সিক্ত কাগজকে কালো করিলে বুঝিতে হইবে যে ঐ লবণে সালফাইড মূলক বর্তমান।

4. নাইট্রেট লবণের অ্যাসিডমূলক সনাক্তকরণের জন্য যে বলয় পরীক্ষা করা হয় তাহাতে কি যৌগ উৎপন্ন হয় ?

উঃ। নাইট্রেট মূলকের বলয় পরীক্ষায় $FeSO_4$, NO রূপে একটি বাদামী বর্ণের অস্থায়ী যৌগ উৎপন্ন হয়।

5. তোমাকে $Pb(NO_3)_2$ দেওয়া হইল—কিরূপে নাইট্রেট মূলকের সুস্পষ্ট বলয় তৈরী করিবে ?

উঃ। 150 পৃষ্ঠা দ্রষ্টব্য।

6. একটি লবণের দ্রবণে সোডিয়াম নাইট্রোপ্রুসাইড দ্রবণ ঢালায় দ্রবণের বর্ণ বেগুনী বর্ণে রূপান্তরিত হইল। লবণে কোন আম্লিক মূলক বর্তমান ?

উঃ। লবণে সালফাইড মূলক বর্তমান।
